



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

## STUDIE TANDEMOVÝCH NÁVĚSŮ UŽÍVANÝCH V ZEMĚDĚLSTVÍ

STUDY OF THE TWO-AXLE SEMI-TRAILERS USED IN THE AGRICULTURE

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ondřej Szymeczek

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.

BRNO 2019

# Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav automobilního a dopravního inženýrství  
Student: **Ondřej Szymeczek**  
Studijní program: Strojírenství  
Studijní obor: Stavba strojů a zařízení  
Vedoucí práce: **Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.**  
Akademický rok: 2018/19

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

## **Studie tandemových návěsů užívaných v zemědělství**

### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

Provedení kritické studie dvounápravových návěsů za traktor používaných v zemědělství. Studie porovnává konstrukci a technické vlastnosti návěsů od tuzemských a evropských výrobců.

### **Cíle bakalářské práce:**

Legislativní požadavky v oblasti traktorových návěsů a ostatní přípojných zařízení.  
Popis konstrukce tandemových traktorových návěsů, jejich prvků a konstrukčních uzlů.  
Přehled hlavních tuzemských a evropských výrobců tandemových návěsů.  
Přehled technických parametrů produktových kategorií traktorových návěsů a kritický rozbor.  
Přehledné tabulkové uspořádání technických parametrů.

### **Seznam doporučené literatury:**

BAUER, František. Traktory a jejich využití. 2. vyd. Praha: Profi Press, 2013. ISBN 9788086726526.  
SYROVÝ, Otakar. Doprava v zemědělství. Praha: Profi Press, 2008. ISBN 9788086726304.  
KUMHÁLA, František, Petr HEŘMÁNEK, Jiří MAŠEK, Zdeněk KVÍZ a Ivo HONZÍK. Zemědělská technika-stroje a technologie pro rostlinnou výrobu. Praha: nakladatelství Powerprint, 2007. ISBN 978-80-213-1701-7.  
VLK, František. Dynamika motorových vozidel. 2. vyd. Brno: František Vlk, 2003. ISBN 8023900242.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19

V Brně, dne

L. S.

---

prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce pojednává o tandemových návěsech přípojných k traktorům a jejich využívání v zemědělství. Výhradní část práce je věnována konstrukčním prvkům a uzlům těchto strojů. Další část tvoří popis několika vnitrostátních a zahraničních výrobců dopravní techniky užívané v zemědělství. Zbýlá část práce je věnována legislativním podmínkám spojených s touto problematikou, přehledem technických parametrů jednotlivých produktových kategorií a jejich následnému kritickému rozboru.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

zemědělský návěs, doprava, podvozek, vyhláška, výměnný systém, nástavba, odpružení

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with tandem trailers connected to tractors and their use in agriculture. Main part of the work is devoted to the structural elements and nodes of these machines. Another part I described by some national and foreign manufacturers of transport equipment used in agriculture. The remain part is devoted to the legislative conditions connected with this issue, the overview of technical parameters of individual product categories and their subsequent critical analysis.

## **KEYWORDS**

agricultural semi-trailer, transport, chassis, decree, exchange system, extension, suspension

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

SZYMECZEK, O. *Studie tandemových návěsů užívaných v zemědělství*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2019. 59 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Jaroslava Kašpárka, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 24. května 2019

.....  
Ondřej Szymeczek

## **PODĚKOVÁNÍ**

Mé poděkování patří především panu Ing. Jaroslavu Kašpárkovi, PhD., za vedení, trpělivost a ochotu věnovanou při tvorbě mé bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Janu Kluzovi za poskytnutí cenných firemních materiálů. V neposlední řadě patří můj dík mým rodičům za umožnění studia a neutuchající podporu v jeho průběhu.

## OBSAH

Úvod .....	10
1 Legislativní požadavky .....	11
1.1 Kategorie zemědělských přípojných vozidel a pracovních strojů .....	11
1.2 Povolené hmotnosti .....	12
1.3 Největší povolené rozměry vozidel a jízdních souprav .....	13
1.4 Spojování vozidel do souprav .....	13
1.5 Požadavky na brzdění vozidel .....	14
2 Typy návěsů .....	15
2.1 Jednouúčelové návěsy .....	15
2.2 Víceúčelové návěsy .....	16
3 Podvozek .....	18
3.1 Rám podvozku .....	18
3.2 Nápravy .....	19
3.3 Odpružení náprav .....	21
3.4 Brzdy .....	25
3.5 Pneumatiky .....	26
3.6 Připojovací zařízení .....	28
4 Metody výměny nástaveb .....	31
4.1 Výměna za pomoci výškově stavitelného podvozku .....	31
4.2 Výměna za pomoci hydraulického zařízení na podvozku .....	32
5 Návěsové nástavby .....	33
5.1 Sklápěcí nástavby .....	33
5.2 Velkoobjemové nástavby .....	33
5.3 Nástavby s výtlačným štítem .....	34
5.4 Překládací nástavby .....	35
5.5 Cisternové nástavby .....	36
5.6 Rozmetací nástavba .....	37
6 Přehled hlavních tuzemských a evropských výrobců tandemových návěsů .....	38
6.1 ZDT Nové Veselí .....	38
6.2 WTC Písečná .....	38
6.3 Molčík .....	38
6.4 ROmiLL .....	39
6.5 BEDNAR FMT .....	39
6.6 Annaburger .....	39
6.7 Krampe .....	39



6.8	Bergmann.....	40
6.9	Wielton .....	40
7	Technické parametry jednotlivých produktových kategorií .....	41
8	Kritický rozbor technických parametrů jednotlivých produktových kategorií .....	44
	Závěr .....	53
	Seznam použitých zkratk a symbolů .....	58
	Seznam příloh .....	59

## ÚVOD

Zemědělství je jedním z odvětví hospodářství, ve kterém doprava hraje nesmírně důležitou roli. Systém přepravy a manipulace s materiálem, prováděný převážně po pozemních komunikacích nebo polních cestách, má proto nemalý vliv na efektivitu výroby, na níž je vlivem stále rostoucích nároků na produktivitu kladen velký důraz. Postupem času se systém, jímž je zemědělská doprava prováděna, v mnoha ohledech změnil. V dnešní době je manipulace zemědělci s materiálem rozdělena na dvě kategorie.

Do první kategorie lze zařadit nákladní automobily, do druhé pak traktory s přípojnými vozidly. V dřívějších dobách byl vozový park zemědělských podniků tvořen převážně nákladními automobily se zemědělskými nástavbami a traktory s nižším výkonem. Tyto stroje byly spojovány do souprav s maloobjemovými přívěsy a návěsy. Postupem času však docházelo a stále dochází k většímu využívání traktorových souprav. To se děje zejména díky nižším ekonomickým nákladům spojených s poplatky a daněmi nebo z důvodu ochrany půdy. Nákladní automobil má totiž větší vliv na její utužování a celkovou devastaci. Jelikož neustále dochází k výkonovému růstu u traktorů, postupně se mění také návěsy. Toto lze pozorovat například na narůstajícím ložném objemu nástaveb, celkových hmotnostech těchto zařízení, počtu náprav či přepravních rychlostech. Na druhou stranu byly v posledních několika letech uvedeny výrobci na trh nákladní automobily, které lze využívat v zemědělství, jelikož jsou homologované jako traktory. Díky této mezeře v legislativě odpadá problém s poplatky. Tyto stroje jsou rovněž dodávány s pneumatikami vhodnými pro zemědělství a se systémy snižujícími vliv zatížení na půdu. Vhodnou kombinací těchto automobilů a traktorových souprav je pak možno dosáhnout nejlepší efektivity a ekonomiky na dané ploše.

Pojem tandemové návěsy, rozebíraný v této práci, znamená návěsy se dvěma nápravami. Tyto návěsy jsou svou konstrukcí srovnatelné s většími, třínápravovými resp. čtyřnápravovými návěsy. Každý tandemový návěs je specifikován podle několika kritérií, jako jsou např. počet náprav, ložný objem, celková hmotnost návěsu, popř. potřebný tažný prostředek nebo vybavení.

## 1 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY

Historie evropského zkoušení a schvalování zemědělských a lesních přípojných vozidel a strojů je poměrně krátká, začala v roce 2003. V tomto roce byla přijata směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/37/ES, která kromě kolových traktorů rozšířila oblast působnosti také na pásové traktory, přípojná vozidla a přípojně pracovní stroje zemědělských a lesních traktorů. Uplatnění směrnice na všechny kategorie zemědělských a lesních vozidel, která sama zavedla, se ale nepodařilo, protože nedošlo k přijetí zvláštních směrnic pro nově zavedené kategorie vozidel. Typové schvalování bylo možné pouze pro kolové traktory [1].

K odstranění nedostatků, které směrnice měla ve vztahu ke schvalování přípojných vozidel a strojů, došlo v roce 2013, kdy Evropský parlament a Rada přijaly nařízení (EU) č. 167/2013 o schvalování zemědělských a lesnických vozidel a dozoru nad trhem s těmito vozidly [3]. Toto skutečně přelomové nařízení je závazné v celém rozsahu a je přímo použitelné ve všech členských státech EU. Nutno ovšem dodat, že typové schvalování pásových traktorů, přípojných vozidel a strojů je nepovinné. Tyto kategorie vozidel mohou být i nadále schvalovány podle národních předpisů v jednotlivých členských zemích. Vývoj národních předpisů v jednotlivých členských státech EU pro tyto kategorie vozidel je však ovlivněn tímto nařízením. Pro Českou republiku to bezpochyby platí, takže k uplatňování požadavků stanovených v nařízení dochází ve značném rozsahu [1].

### 1.1 KATEGORIE ZEMĚDĚLSKÝCH PŘÍPOJNÝCH VOZIDEL A PRACOVNÍCH STROJŮ

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 167/2013 ze dne 5. února 2013 o schvalování zemědělských a lesnických vozidel a dozoru nad trhem s těmito vozidly [3], v platném znění, rozděluje všechny kategorie přípojných vozidel do subkategorií, viz Tab. 1. Podle konstrukční rychlosti dále doplňují každou subkategorii na konci písmena „a”, nebo „b”. Písmeno „a” označuje přípojná vozidla s maximální konstrukční rychlostí do 40 km/h. Písmeno „b” pak označuje přípojná vozidla s maximální konstrukční rychlostí nad 40 km/h [5].

Tab. 1 Kategorie vozidel [3].

R	Přípojná vozidla	S	Výměnné tažené zařízení
R1a/R1b	Přípojná vozidla, u nichž součet technicky přípustných hmotností na nápravu nepřevyšuje 1 500 kg	S1a/S1b	Výměnné tažené zařízení, u něhož součet technicky přípustných hmotností na nápravu nepřevyšuje 3 500 kg
R2a/R2b	Přípojná vozidla, u nichž součet technicky přípustných hmotností na nápravu převyšuje 1 500 kg, ale nepřevyšuje 3 500 kg;	S2a/S2b	Výměnné tažené zařízení, u něhož součet technicky přípustných hmotností na nápravu převyšuje 3 500 kg
R3a/R3b	Přípojná vozidla, u nichž součet technicky přípustných hmotností na nápravu převyšuje 3 500 kg, ale nepřevyšuje 21 000 kg	-	-
R4a/R4b	Přípojná vozidla, u nichž součet technicky přípustných hmotností na nápravu převyšuje 21 000 kg	-	-

## 1.2 POVOLENÉ HMOTNOSTI

Největší povolené hmotnosti na jednotlivé nápravy, dvojnápravy, trojnápravy a největší povolené hmotnosti silničních vozidel jsou podle § 37 vyhlášky č. 341/2014 Sb. [2] uvedeny v tabulkách 2 a 3 [1].

Tab. 2 Největší povolené hmotnosti na jednotlivé nápravy [2].

Náprava	Největší povolené hmotnosti na nápravu (t)
Jednotlivá	10,00
Dvojnáprava přípojného vozidla při rozvoru:	
do 1,0 m	11,50
od 1,0 m a méně než 1,3 m	16,00
od 1,3 m a méně než 1,8 m	18,00
Trojnáprava přípojného vozidla při rozvoru:	
do 1,3 m včetně	21,00
nad 1,3 m do 1,4 m včetně	24,00
nad 1,4 m do 1,8 m včetně	27,00

Tab. 3 Největší povolené hmotnosti silničních vozidel [2].

Druh vozidla	Největší povolená hmotnost (t)
Přívěsy se dvěma nápravami	18,00
Přívěsy se třemi nápravami	24,00
Přívěsy se čtyřmi nápravami	32,00

Uvedené hodnoty největších povolených hmotností na nápravu vozidla jsou cennou informací pro provozovatele silniční dopravy při rozhodování o agregaci jednotlivých vozidel s přívěsy či návěsy při přepravě materiálu o nejrůznějších přepravních vlastnostech, z nichž je nejdůležitější především měrná hmotnost. Ta ve spojitosti s objemem ložného prostoru vozidla rozhoduje o vytížení, ale také o možném přetížení vozidla a překročení výše uvedených parametrů povolených hmotností. Tím se provozovatel i řidič vystavují možnosti postihu ze strany policejních orgánů [1].

### 1.3 NEJVĚTŠÍ POVOLENÉ ROZMĚRY VOZIDEL A JÍZDNÍCH SOUPRAV

Vyhláška č. 341/2014 Sb. také definuje povolené rozměry vozidel a jízdních souprav včetně nákladu následujícím způsobem [2]:

- Největší povolená šířka vozidel kategorií T a R:
  - 2,55 m
  - 3,00 m pro zvláštní vozidla (samojízdné a výměnné tažené stroje, nesené pracovní stroje v jízdní soupravě s nosičem a traktory; viz Příloha 12 této vyhlášky)
- Největší povolená výška:
  - 4,00 m
- Největší povolená délka
  - 12,00 m jednotlivého vozidla s výjimkou autobusu a návěsu
  - 18,00 m jízdní soupravy traktoru s jedním přívěsem nebo návěsem
  - 22,00 m pro jízdní soupravy se dvěma přívěsy nebo s kombinací návěsu a jednoho přívěsu

### 1.4 SPOJOVÁNÍ VOZIDEL DO SOUPRAV

Pro podmínky spojování vozidel do souprav stanoví vyhláška č. 341/2014 Sb. pro traktory dvě směrnice [1, 2]:

- 1) Okamžitá hmotnost přípojného vozidla nebo přípojných vozidel smí být u jízdních souprav s nejvyšší konstrukční rychlostí do 40 km/h nejvýše 2,5násobek okamžité hmotnosti tažného vozidla. U jízdní soupravy traktoru a traktorového návěsu se okamžitou hmotností každého z vozidel jízdní soupravy rozumí součet hmotností připadajících na jednotlivé nápravy traktoru, respektive návěsu. Podíl hmotnosti připadající na nápravy traktorového návěsu nesmí převyšovat největší povolenou hmotnost přípojného vozidla uvedenou v technickém průkazu traktoru.
- 2) Okamžitá hmotnost přípojného vozidla nebo přípojných vozidel smí být u jízdních souprav s nejvyšší konstrukční rychlostí vyšší než 40 km/h nejvýše 1,5násobek okamžité hmotnosti tažného vozidla.

## 1.5 POŽADAVKY NA BRZDĚNÍ VOZIDEL

Nařízení komise v přenesené pravomoci (EU) 2015/68 ze dne 15. října 2014 o požadavcích na brzdění vozidel stanovuje zcela nové požadavky, v důsledku stále se zvyšujících rychlostí traktorů a jejich přípojných vozidel, na konstrukci a funkci brzdových systémů těchto zařízení. Tyto požadavky jsou uvedeny v textu níže dle [5].

Vozidla kategorií **R1a** a **S1a** nemusí být vybavena brzdovou soustavou. To také platí pro vozidla kategorií **R1b** a **S1b**, pokud součet technicky přípustných hmotností na nápravu nepřevyšuje 750 kg. Došlo k navýšení nebrzděné hmotnosti a konstrukční rychlosti u přípojných pracovních strojů z 3 000 kg s rychlostí do 20 km/h na 3 500 kg s rychlostí do 40 km/h (**S1a**). Vyhláška připouštěla nájezdovou brzdu u vozidel kategorie **R** s největší technicky přípustnou hmotností do 3 500 kg a u vozidel kategorie **S**, jejich největší povolená hmotnost nepřevyšuje 3 000 kg.

Vozidla kategorií **R1b** a **S1b**, pokud součet technicky přípustných hmotností na nápravu převyšuje 750 kg, kategorie **R2** musí být vybavena nájezdovou brzdou nebo hydraulickou nebo vzduchovou soustavou provozního brzdění.

Pokud přípojně vozidlo patří do kategorie **R3**, **R4** nebo **S2**, musí mít hydraulický nebo vzduchový systém provozního brzdění, s výjimkou nájezdové brzdové soustavy, která může být namontována na vozidla kategorií **R3a** a **S2a** s maximální hmotností nepřevyšující 8 000 kg za podmínky, že konstrukční rychlost nepřevyšuje 30 km/h, když brzdy nepůsobí na všechna kola nebo konstrukční rychlost nepřevyšuje 40 km/h, když brzdy působí na všechna kola. U těchto vozidel vybavených nájezdovou brzdou tak dochází ke značnému navýšení hmotností.

Hydraulické propojení brzd může být v jednohadicovém a dvouhadicovém provedení. Montáž hydraulického jednohadicového propojení je možná do nových typů kolových a pásových traktorů (vozidla kategorie **T** a **C**) do 31. prosince 2019 a do nových schválených vozidel uvedených kategorií do 31. prosince 2020. Z toho vyplývá, že montáž tohoto hydraulického propojení nebude mít opodstatnění v budoucnosti ani pro vozidla kategorie **R** a **S**.

Vzduchová brzdová soustava přípojných vozidel může být pouze ve dvouhadicovém provedení. Jednohadicovou brzdovou soustavu, která je v zemědělském provozu běžná pro přípojná vozidla a pracovní stroje s hmotností do 6 000 kg, už nařízení nezná a nově typově schvalovaná zemědělská a lesní přípojná vozidla jí nemohou být vybavována. Jednohadicové propojení brzd bude nadále možné pouze pro individuálně schvalovaná přípojná vozidla, u nichž součet technicky přípustných hmotností na nápravu nepřevyšuje 6 000 kg a s maximální konstrukční rychlostí do 30 km/h.

Nařízení poprvé stanovuje požadavek na protiblokovací brzdové systémy zemědělských a lesnických vozidel. Přípojná vozidla a pracovní stroje kategorií **R3b**, **R4b** a **S2b** s maximální konstrukční rychlostí převyšující 60 km/h musí být vybavena protiblokovacím brzdovým systémem (ABS).

## 2 TYPY NÁVĚSŮ

Z hlediska konstrukce a využitelnosti můžeme tato zemědělská zařízení rozdělit do dvou hlavních skupin [6]:

- Návěsy jednoúčelové
- Návěsy víceúčelové – výměnný systém nástaveb

Výběr dané skupiny ovlivňuje mnoho faktorů. Kupující by měl brát v úvahu např. pořizovací cenu nebo využitelnost daného stroje a s tím spojenou návratnost investice. Dnešní doba je charakterizována především rozmachem výměnných systémů. Ty jsou velmi oblíbené hlavně díky své všestrannosti a finanční úspornosti. Například společnost Annaburger udává, že úspora investičních nákladů u výměnného systému (tři nástavby a jeden podvozek) je o 47,5 % větší, než v případě pořízení jednoúčelových vozů (tři nástavby na třech podvozcích) [7, 47].

### 2.1 JEDNOÚČELOVÉ NÁVĚSY

Jako jednoúčelové návěsy označujeme takovou dopravní techniku, u které není možné měnit jednotlivé typy nástaveb a rám podvozku je pevně spojen s vanovou nebo vícestranně sklápěnou korbou, viz Obr. 1. Základní objem korby je dán šířkou, délkou a výškou ložné plochy s pevnými bočnicemi. Bočnice bývají přizpůsobeny k nasazení tzv. silážních nástavků různé konstrukce a provedení. Tyto nástavky umožňují zvětšení ložného objemu návěsu [7]. Tímto jsou jednoúčelové návěsy velmi podobné návěsům s výměnným systémem. Ty ale mají výhodu spočívající v možnosti připojení více druhů nástaveb k jednomu podvozku. V každém případě, jednoúčelové návěsy bývají nezbytnou součástí každého zemědělského podniku, ať už ve formě klasických sklopných návěsů, zásobovacích a aplikačních cisteren či rozmetadel určených k nakládání s tuhými statkovými hnojivy. Opomenuty nesmí zůstat také překládací vozy, sloužící např. k překládání zrna [6].



Obr. 1 Jednostranně sklápěný návěs BIG 18.14 společnosti WTC Písečná [23].



## 2.2 VÍCEÚČELOVÉ NÁVĚSY

Pod pojmem víceúčelové traktorové dopravní techniky si představujeme především návěsy s výměnnými nástavbami, avšak těmto systémům konkurují rovněž modely s výtlačným štítem a rovněž mezi takovou techniku řadíme víceúčelové sběrací řezací vozy, které z pohledu zařazení do různých technologií spadají spíše mezi sklizňovou techniku. Opomenuty nesmí zůstat ani na hákové nosiče kontejnerů. Všechny tyto stroje reprezentují především dvounápravové, třínápravové, ale také čtyřnápravové návěsy s různým systémem připojení k trakčnímu prostředku [8].

Víceúčelové traktorové dopravní návěsy s výměnným systémem umožňují rychlé odpojení a připojení nástavby k podvozku dopravního prostředku. V případě, že není možné měnit pozici rámu podvozku vůči nástavbě, je podvozek opatřen nejčastěji čtyřmi hydraulickými válci, které slouží k nadzvednutí nástavby. Ta je poté opatřena odstavnými podpěrami, jak je možno vidět na obrázku 3. Uvolněný podvozek lze využít pro agregaci s jiným druhem nástavby, viz Obr. 2 [8].

U typů náprav, které umožňují změnu světlé výšky, tj. hydraulických nebo pneumatických můžeme využít změnu pozice rámu vůči nástavbě [8].

U účelových nástaveb s poháněnými pracovními ústrojími se připojuje ještě kloubový hřídel nástavby na vývodový hřídel traktoru popř. hydraulické zařízení nástavby na hydraulické zařízení traktoru [1].

Do systému výměnných nástaveb bývají zařazeny nástavby [1]:

- Sklápěcí (dvoustranná, třístranná, popř. dozadu sklápěná) doplněná velkoobjemovou nástavbou, popř. zařízením na překládku sypkých hmot.
- Rozmetadlo hnoje
- Aplikátor kejdy
- Cisterna
- Rozmetadlo minerálních hnojiv



Obr. 2 Výměnný systém MultiLand Plus společnosti Annaburger [24].



Při zavádění systému s výměnnými nástavbami, tzn. volbě podvozku a účelových nástaveb, je třeba brát zřetel na [1]:

- **Požadavky na dopravu**, které vycházejí z výrobního zaměření podniku a průběhu výrobního procesu (časové vymezení požadavků na dopravu materiálu v průběhu roku, a to podle druhu materiálu, způsobu jeho využití a předpokládaného množství).
- **Přepravní podmínky**, v nichž bude podvozek využíván (přepravní vzdálenosti, jízdní podmínky).
- **Strukturu a stav dosavadního dopravního parku**, jež ovlivní volbu účelových nástaveb, popř. jejich konstrukci.
- **Disponibilní traktory**; pro zvolenou užitečnou hmotnost podvozku musí být k dispozici traktor vhodný jak výkonem motoru, tak i hmotností, která musí odpovídat § 14 vyhlášky 341/2014 Sb.
- **Způsoby nakládky a vykládky materiálu**; provedení nástaveb musí umožnit použití nakládací (sklizňové) techniky zemědělského podniku, a to především z hlediska nakládací výšky a výkonnosti ložných operací.
- **Cenové relace** mezi nabízenými výrobky.

Má-li být systém s výměnnými nástavbami ekonomicky výhodný, je nezbytné zajistit jeho vysoké využití. Jestliže jednotkové přímé náklady na hodinu nasazení nosiče účelových nástaveb při jeho využití 500 hodin za rok považujeme za 100%, pak při 1 500 hodinách nasazení za rok klesnou tyto náklady téměř na polovinu [1].



Obr. 3 Nástavba korba Annaburger HTS 22.79 [25].

### 3 PODVOZEK

Jedním z hlavních prvků návěsu je podvozek, zobrazený na obrázku 4, tvořící důležitý konstrukční uzel. Tento uzel funguje jako nosný element pro nástavbu – ať už výměnnou nebo jednoúčelovou – a skládá se z několika částí. Základem podvozku je jeho rám, který je opatřen připojovacím aparátem, neboli ojí. Oj je zakončena připojovacím okem nebo kulovou hlavou. V podvozku je rovněž integrována kolébka s držákem hlavního teleskopického pístu [47]. Dalšími částmi podvozku jsou nápravy s koly, pérování a brzdy [6].

Podvozek musí splňovat následující požadavky [1]:

- Snadné připojení k energetickému prostředku.
- Bezpečná jízda s minimálními otřesy.
- Nízký měrný tlak na půdu.
- Snadné umístění nástavby (karoserie).



Obr. 4 Podvozek Annaburger HTS 22.79 [25].

#### 3.1 RÁM PODVOZKU

Součástí podvozku je jeho rám, jenž je jednou z jeho nejvíce namáhaných částí. Musí být stabilní, odolný proti kroucení. Proto bývá také osazen kuželovým vyztužením – robustním přídavným rámem, uloženým mezi vlastní podlahou ložné plochy a podvozkem [9]. Moderní konstrukce rámu používají lehké tvarované nosníky, které jsou vzájemně svařeny [6]. Povrchová úprava rámu je obdobná úpravě používané v automobilovém průmyslu. Rámy mohou být také pozinkovány, což je ochraňuje proti agresivně působícím látkám, které obsahují např. hnojiva [1].



Obr. 5 Tažené uzavřené obdélníkové profily z vysoce jakostní oceli vyráběné společností Annaburger [26].

### 3.2 NÁPRAVY

Nápravy tvoří klíčovou složku podvozku. Díky nápravám lze spojit kola s rámem v jeden celek a umožnit tak pohyb návěsu. Odpružením náprav lze rovněž minimalizovat otřesy a zvýšit komfort jízdy. V dnešní době se o monopol výroby návěsových náprav dělí zejména dvě společnosti. Společnosti ADR-Colaert Essieux a BPW [1].

Požadavek na vyšší užitečné hmotnosti traktorových návěsů znamená přechod od jedonápravových k vícenápravovým podvozkům a požadavek na vyšší přepravní rychlost od podvozků neodpružených k podvozkům s odpruženými nápravami [6].

#### 3.2.1 KONSTRUKCE NÁPRAV

Nápravy bývají ocelové s kruhovým nebo čtvercovým profilem a jsou zakončeny čepy pro uchycení nábojů kol, jak je možno vidět na obrázku 6. Firmy Annaburger či Krampe vyrábějí tyto součásti podvozku většinou s profily 110 x 110 mm. U řiditelné nápravy volí profil 140 x 140 mm nebo 150 x 150 mm [1, 47, 48].



Obr. 6 Náprava BPW Eco Air [27].

#### 3.2.2 ŘIDITELNÉ NÁPRAVY

Řiditelné nápravy snižují tahový odpor, opotřebení pneumatik při jízdě v zatáčkách, poškození porostu a také zvyšují komfort jízdy při průjezdu zatáčkou. Zatímco u dvounápravových podvozků je zadní nebo přední řiditelná náprava výhodou, u tří a vícenápravových podvozků jsou již řiditelné nápravy nutností [1].

Nápravy mohou být konstruovány jako [1]:

- Vlečné (náběžně řiditelné) s fixací při couvání
- S nuceným natáčením kol

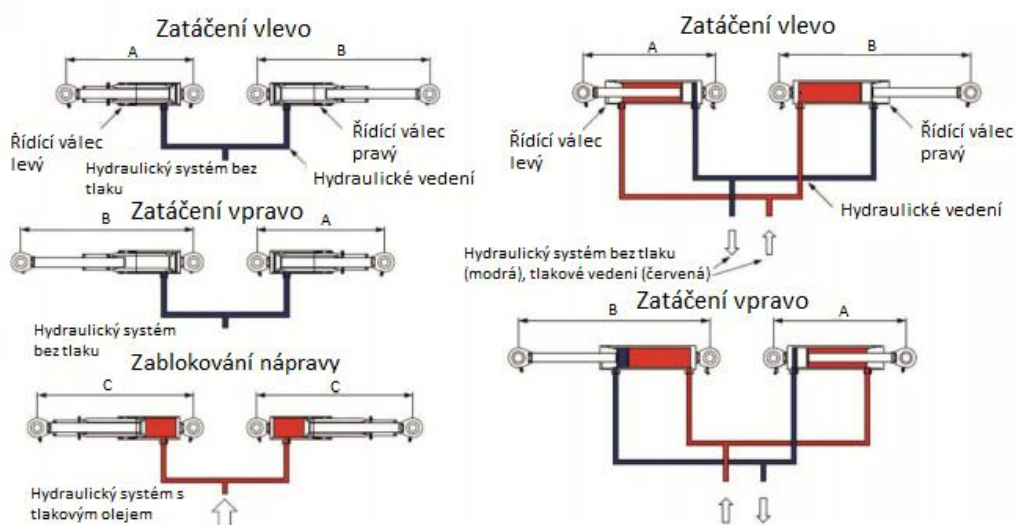
Princip funkce **náběžně řiditelné nápravy** je odvozen od jednoho nebo dvou hydraulických válců. Pokud do válců není vpuštěn tlak z hydraulického okruhu, pak náprava funguje jako vlečná. Kola se natáčí samočinně podle průjezdu zatáčkou. Pokud je z hydraulického okruhu do válců vpuštěn tlak, dojde k zablokování náprav a

ty poté fungují jako pevné. Vpuštění tlaku a následné zablokování náprav je nutné při pohybu vzad a při jízdě vyššími rychlostmi. Je doporučeno odblokovat nápravy při nájezdu na pole a následné jízdě po poli [6]. Celý systém náběžného řízení je jednoduchý a není náročný na údržbu [1].



Obr. 7 Pohled na uchycení zatáčení nápravy návěsů Annaburger [26].

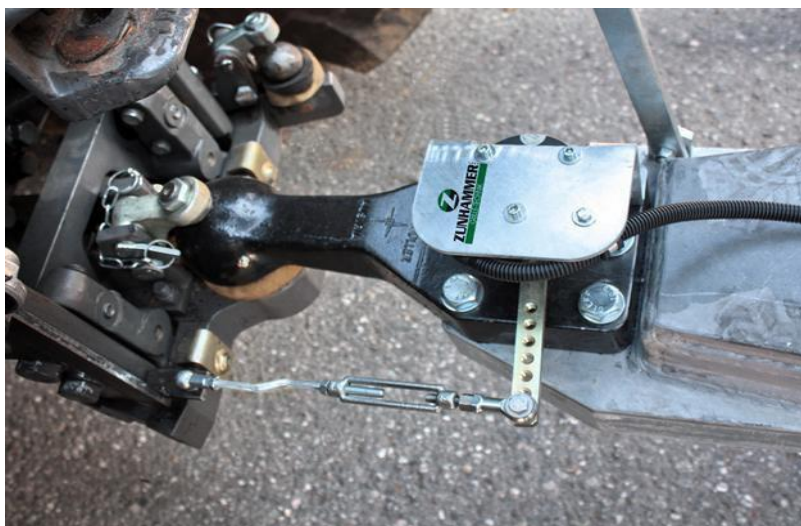
**Náprava s nuceným natáčením** má oproti nápravě náběžně řízené, která pracuje nezávisle na poloze oje vůči závěsu, řízení spojeno se závěsem trakčního prostředku pomocí táhel a přímočarých hydromotorů. Díky tomuto dochází k natáčení nápravy při změně polohy oje. Velká výhoda tohoto systému spočívá v tom, že náprava nemusí být při pohybu vzad zablokována. Natáčení jako takové je pak vyvozeno činností dvou dvojčinných hydraulických válců. Princip spočívá v tom, že množství oleje, které se natlačí na přední stranu pístu jednoho válce, se současně musí natlačit na zadní stranu pístu válce druhého. Druhý obvod mezi válci je přitom uvolněný. Tímto je docíleno rovnoměrného natočení kol. Při zatočení na opačnou stranu je obvod, který byl prvně uvolněný, pod tlakem, a z druhého obvodu je olej vytlačován až do stavu uvolnění. K uskutečnění natáčení je nutné napojit hydraulické obvody na rozvaděč. Celý princip natáčení je popsán obrázkem 8 [6, 7].



Obr. 8 Systém náběžně říditelné nápravy (vlevo), systém nápravy s nuceným natáčením (vpravo) [15].



Nicméně v oblasti nuceného natáčení dochází v posledních letech k výrazným změnám. Ovládání tohoto systému začíná být řízeno také elektronicky. Díky tomu se výrazně zlepšila ovladatelnost a také jízdní vlastnosti souprav. Celková konstrukce se však změnila minimálně. Velká výhoda tohoto systému spočívá v tom, že nejsou potřeba žádná mechanická táhla, která jsou u klasického nuceného řízení připojena k traktoru. Jediným místem, kde je možno se setkat s kloubovým připojením, je tažné zařízení jakéhokoliv typu. Základem elektronického řízení je gyroskopický senzor, který vyhodnocuje poloměr otáčení, díky němuž je vyvozeno optimální natočení náprav [13].



Obr. 9 Elektronický systém nuceného řízení společnosti Zunhammer [34].

### 3.3 ODPRUŽENÍ NÁPRAV

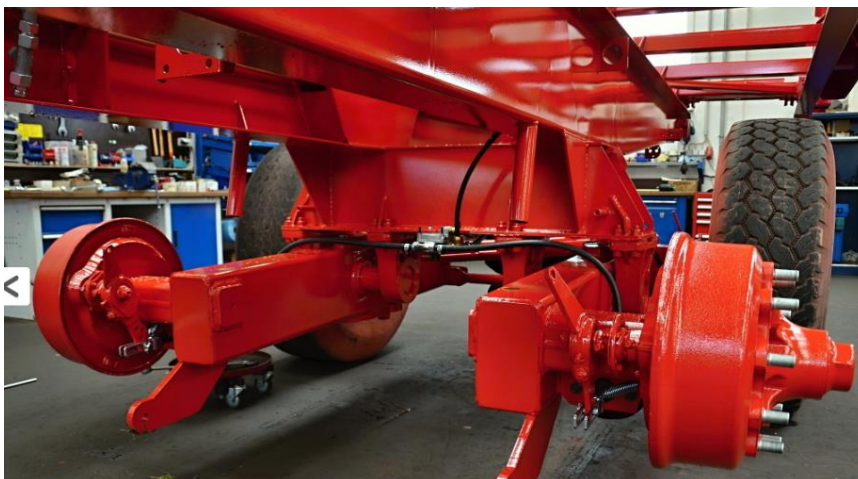
Odpružení náprav návěsů má nejen zvýšit komfort a umožnit vyšší přepravní rychlosti, ale také vozidlo chránit před škodami vzniklými otřesy způsobenými nerovnostmi vozovky, rovnoměrně zatěžovat pneumatiky, a tím šetrněji působit na půdu [1].

U zemědělských návěsů se dnes používají tři druhy odpružení náprav [1]:

- Mechanické
- Pneumatické
- Hydropneumatické

#### 3.3.1 MECHANICKÉ ODPRUŽENÍ

Prvním typem mechanického odpružení, které bývá užíváno u náprav tandemových návěsů, je odpružení **kloubově výkyvné**. Toto odpružení tvoří standardní výbavu u návěsů společnosti Annaburger, viz Obr. 10. Ta vyrábí tyto nápravy s výkyvem 300 mm, čímž je možno bezproblémově vyrovnat velké nerovnosti vozovky a zaručit rovnoměrné rozložení zatížení na kolo a nápravu [47]. V praxi se toto odpružení osvědčilo díky své vysoké stabilitě, prostupnosti terénem, nízké technické náročnosti a životnosti. Kloubově odpružené podvozky jsou vhodné pro intenzivní nasazení na nezpevněných polních cestách a zemědělských plochách. Nevýhoda tohoto odpružení spočívá v nemožnosti dosažení vysokých přepravních rychlostí, díky čemuž není vhodné užívat návěsy s tímto typem odpružení na dlouhé přepravní vzdálenosti [12].



Obr. 10 Kloubově výkyvné odpružení náprav společnosti Annaburger [26].

Z mechanických pružin, které jsou základem tohoto odpružení, jsou nejznámější a nejvyužívanější **listové pružiny**, které jsou v poslední době stále více nahrazovány pružinami parabolickými. Tyto pružiny jsou sestaveny z jednotlivých pružnic s různým poloměrem zakřivení, přičemž pružnice na sebe stále doléhají. Listová pružina má tzv. hlavní list, který je nejdelší, a slouží k přenosu sil mezi neodpérovanou a odpérovanou hmotou. Konce hlavního listu jsou skruženy do závěsných ok. Protože listová pružina mění při propérování svou délku, je přední konec uchycen pro přenos podélných sil v držáku a zadní konec je uchycen k rámu vozidla kluzně anebo pomocí výkyvného závěsu [1, 6].

**Parabolické pružiny** jsou složeny z pružnic, které mají tloušťku parabolickou, viz Obr. 11. Všechny pružnice mají délku stejnou, jako je rozteč ok hlavního listu. Jednotlivé pružnice jsou od sebe odděleny na konci a uprostřed (v místě uchycení k nápravě) třecími vložkami. Mimo tato místa na sebe jednotlivé pružnice nedoléhají. Tím má parabolická pružina vůči listové menší tření [1].

Parabolické pružiny jsou oproti listovým pružinám stejné dimenze asi o 30 až 40 % lehčí a mají o 30 % menší výšku. Mají také kratší dráhu při propérování. To zlepšuje stabilitu a omezuje výkyvy vozidla [1].



Obr. 11 Parabolické odpružení návěsu Fortuna FTA/7.0 [30].

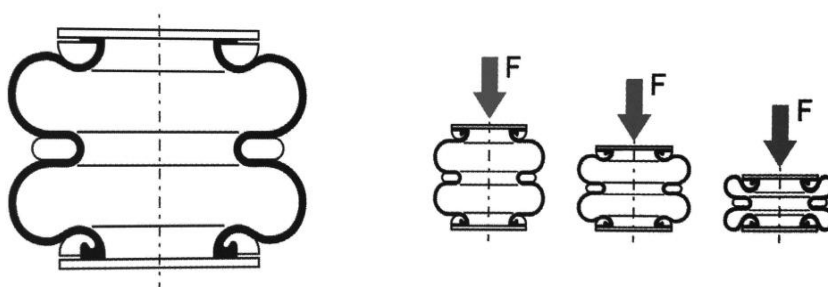
U dvounápravových přípojných vozidel je velmi rozšířené využití parabolických pružin v systému odpružení známém pod názvem „boogie”. V tomto systému jsou konce pružin uchyceny k nápravám a střed pružiny výkyvně k rámu vozidla. Předností tohoto řešení je jednoduchá konstrukce a velká dráha výkyvu mezi oběma nápravami (až 300 mm). Celková hmotnost vozidla je tak rovnoměrně rozdělována mezi obě nápravy [1].

Mechanické odpružení je neúčinnější při největší hmotnosti vozidla. Při jízdě s prázdným vozidlem a vyšších rychlostech na nerovném povrchu nepracuje uspokojivě [6].

### 3.3.2 PNEUMATICKÉ ODPRUŽENÍ

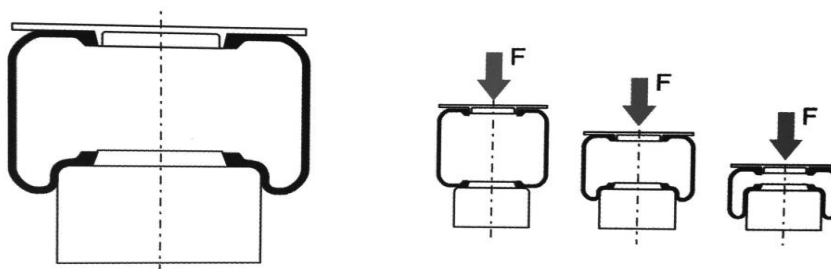
Základním prvkem pneumatického odpružení je pružina, jejímž pružícím médiem je vzduch. V současné době se používají vzduchové pružiny **vlnovcové** a **vakové** [1].

**Vlnovcové** pružiny mají dlouhou životnost a jsou obvodově tuhé. Používají se nejčastěji se dvěma nebo třemi vlnovci, jak je možno vidět na obrázku 12 [1].



Obr. 12 Schéma vzduchové vlnovcové pružiny [1].

**Vakové** pružiny jsou nejrozšířenějším prvkem pneumatického odpružení. K jejich propérování dochází navalováním na píst, viz Obr. 13. Píst může mít válcový nebo kónický tvar a uvnitř pružiny může být přídatná progresivní spirálová pružina [1].



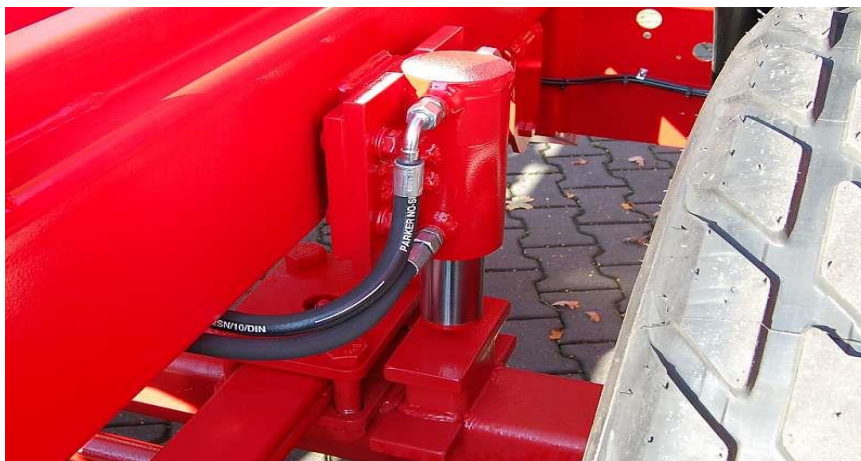
Obr. 13 Schéma vzduchové vakové pružiny [1].

Pneumatické odpružení má při jízdě s nákladem i bez nákladu stejné vlastnosti. Také lépe vyrovnává zatížení jednotlivých náprav, protože vzduchové pružiny jsou navzájem propojeny. Vzduchové pružiny jsou napojeny na zásobníky vzduchu vzduchových brzd. Je však zabezpečeno, aby brzdový systém měl při potřebě tlakového vzduchu přednost. Nevýhodou pneumatického odpružení je vyšší cena, a to až o 30 % oproti odpružení mechanickému [1].



### 3.3.3 HYDROPNEUMATICKÉ ODPRUŽENÍ

Hydropneumatické odpružení, viz Obr. 14, je v dnešní době nejdokonalejším způsobem odpružení přípojného vozidla. Používá olej jako vyrovnávací médium a dusíkový zásobník jako tlumící médium. Dovolí největší propérování a má stálé dynamické vyrovnávání zatížení náprav. Umožňuje, aby vozidlo s rostoucí hmotností nákladu neklesalo a vzdálenost mezi pneumatikami a ložnou plochou zůstala stejná. Při jízdě napříč svahu může být sklon vozidla do jisté míry vyrovnáván, čímž se sníží nebezpečí překlopení. Hydropneumatické odpružení rovněž umožňuje samostatné zavěšení kol, které také zvyšuje stabilitu vozidla [1].



Obr. 14 Hydropneumatické odpružení podvozku společnosti Krampe [32].

### 3.3.4 ZVEDÁNÍ PŘEDNÍ NÁPRAVY

Společně s pneumatickým odpružením umožňuje hydropneumatické odpružení zvedání přední nápravy. Při tomto úkonu je u tandemových návěsů olej, resp. vzduch, ze zvedané nápravy dodán do válců nápravy druhé. Dojde tak ke zvýšení světlé výšky návěsu a přední náprava se zvedne. Velká výhoda tohoto systému spočívá ve snížení valivého odporu a z toho odvozené úspoře pneumatik. Pokud dojde ke zvednutí nápravy, dojde také k zablokování natáčení nápravy zadní. Na obrázku 15 je možno vidět zvednutou přední nápravu u rozmetadla Annaburger [1, 14].



Obr. 15 Zvednutá přední náprava u rozmetadla Annaburger HTS 22.07 [33].



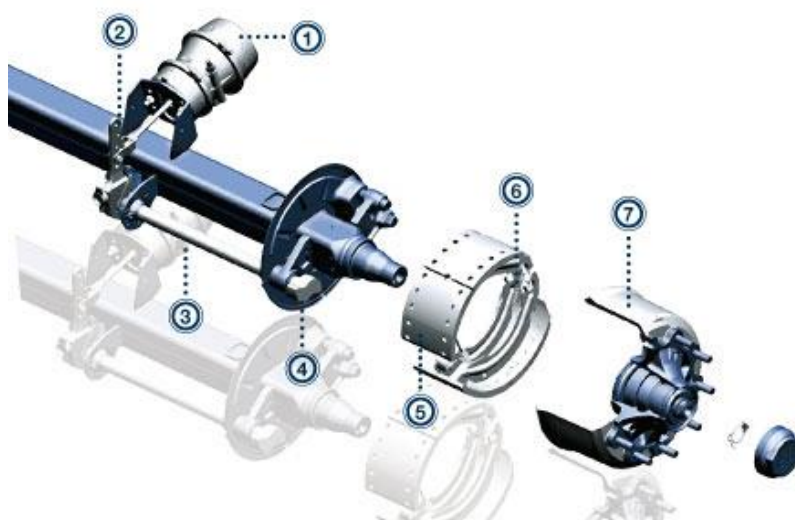
### 3.4 BRZDY

Brzdové zařízení u zemědělských návěsů slouží k zajištění požadovaného zpomalení, zastavení, nebo také rozjetí návěsu, respektive celé soupravy. Požadavky na brzdící zařízení těchto přípojných vozidel jsou stanoveny především Nařízením Komise v přenesené pravomoci (EU) 2015/68 ze dne 15. října 2014 [4], kterým se doplňuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 167/2013 [3], pokud jde o požadavky na brzdění vozidel pro účely schvalování zemědělských a lesnických vozidel, které podle druhu vozidla, jeho celkové hmotnosti a rychlosti určuje intenzitu zpomalení soupravy a způsob jeho činnosti. Z možných brzdových systémů se u přípojných vozidel používají brzdy kapalinové nebo vzduchové. U zemědělských přípojných vozidel se používají především **vzduchové brzdy bubnové** nebo **kotoučové**. Zdrojem energie pro provoz brzdového systému přípojného vozidla (stlačený vzduch) je energetický prostředek [1]. Návěsy předních výrobců zemědělské techniky, jako jsou společnosti Krampe či Annaburger, jsou osazeny brzdovými bubny vyráběnými o rozměrech (průměr bubnu x šířka bubnu) 410x180 mm, 406x120 mm, 406x140 mm nebo 420x180 mm [4, 47, 48]. Brzdový systém energetického prostředku je se systémem přípojného vozidla, jehož variantu provedení je možno vidět na obrázku č. 16, spojen jednou, dvěma, popř. třemi hadicemi.

Nevýhodou jednohadicového systému, ve kterém se hadice používá jak pro dodávání tlakového vzduchu, tak pro ovládání brzd, je, že při častém brzdění dochází ke snížení účinnosti brzd. K tomuto jevu dochází z důvodu poklesu tlaku ve vzduchojemu, do kterého není přiváděn nový vzduch [1].

U dvouhadicového systému je jedna hadice použita pro stálé doplňování vzduchojemu přípojného vozidla stlačeným vzduchem, druhá hadice je použita k ovládání brzdy [1].

Jednohadicové a dvouhadicové systémy se používají u jednookruhových brzd, tříhadicový systém u brzd dvouokruhových, které zdvojením ovládání brzd zvyšují bezpečnost jízdy dopravních souprav [1].



Obr. 16 Brzdový systém Eco Drum na nápravě BPW: 1) brzdový válec, 2) páka, 3) vačková hřídel, 4) vačka, 5) čelist brzdy, 6) pružina, 7) brzdový buben [29].

### 3.5 PNEUMATIKY

Pneumatiky zemědělských přípojných vozidel musí vyhovovat jak jízdě v zemědělském terénu s obvykle měkkým povrchem, tak jízdě na zpevněném povrchu veřejných komunikací [1].

Přitom požadavky jsou zcela protichůdné. Zatímco jízdě po měkkém povrchu vyhovují nízkotlaké, široké pneumatiky s malým měrným tlakem na podložku, pro jízdu po zpevněných komunikacích jsou vhodnější užší pneumatiky s vyšším tlakem huštění [1].

Pneumatiky musí zajistit [1]:

- Přenos vertikálních zatížení (přenos hmotnosti vozidla na vozovku)
- Částečné odpružení vozidla
- Transformaci pohybu (změna rotačního pohybu kola na posuvný pohyb celého návěsu)
- Přenos horizontálních sil (přenos brzdné síly)
- Nízký valivý odpor
- Nízký přenos hluku a vibrací
- Jízdní bezpečnost na různém povrchu a jeho různém stavu (sucho, mokro, sníh)
- Hospodárnost provozu (nízká hmotnost, odolnost proti opotřebení a proražení, stabilita spojení s ráfkem, jednoduchá a snadná montáž)

Ke snížení nepříznivého působení dopravní techniky na zemědělskou půdu, zejména pak utužování půdy, mají vedle řiditelných náprav přispět i zařízení umožňující změnu tlaku v pneumatikách vozidla během jízdy, viz Obr. 17. Řeší se tím dilema mezi potřebou vyššího tlaku v pneumatice za jízdy po pevném povrchu pro snížení odporu a valení a potřebou minimalizovat kontaktní tlak na zemědělskou půdu nízkým tlakem v pneumatice [8].



Obr. 17 Systém regulace tlaku vzduchu v pneumatikách u cisterny Annaburger HTS 24.28 ProfiTanker Plus [35].

Plášť pneumatiky je tvořen [1]:

- **Patkou**, kterou je pneumatika uchycena v ráfku. Její tvar odpovídá tvaru ráfku. Patka má v ochranném obalu zabudována lanka z ocelových drátů nebo plastů, přes která jsou přehnuty kordové vložky.
- **Kostrou**, která je nosnou částí pneumatiky, je tvořena vrstvami pogumovaného plátna a kovových vláken v kaučukové směsi, která zabraňuje jejich vzájemnému tření.
- **Bočnicemi**, chránícími kostru před poškozením. Materiál bočnice musí být schopen snášet velké dynamické namáhání vznikající při deformaci pneumatiky.
- **Nárazníkem**, který tvoří přechod mezi běhounem a kostrou pláště. Tato část je obvodově neroztažitelná, zpevňuje kostru pneumatiky, zvyšuje odolnost proti proražení a přenáší obvodové síly.
- **Běhounem**, vyráběným z otěruvzdorné tvrdé pryže, přicházejícím do styku s podložkou. Povrch běhounu je tvarově upraven a vytváří vzorek (dezén), jenž odpovídá účelům, pro které je pneumatika vyrobena.



Obr. 18 Řez pláštěm pneumatiky: 1 – běhoun, 2 – nárazníkový kord, 3 – boční pryž, 4 – kostra, 5 – ocelové lano, 6 – patka [1].

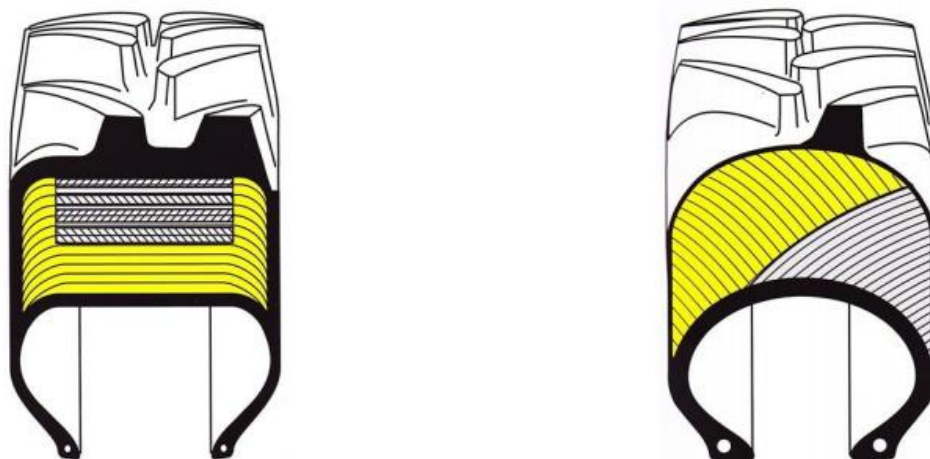
Hlavní vliv na deformační vlastnosti pneumatik má materiál, z něhož je vyrobena kostra, a počet a orientace jejich kordových vložek. Podle toho se dělí pneumatiky na **diagonální**, **radiální** a **smíšené konstrukce** [1].

### 3.5.1 DIAGONÁLNÍ PNEUMATIKY

Diagonální pneumatika má kostru tvořenou páry kordových vložek s orientací vláken pod úhlem menším než 90° (obvykle 30 až 40°) vzhledem k podélné rovině symetrie běhounu. Kordová vlákna sousedních vložek se kříží a zasahují pod patkovou lanku, přičemž přenášejí obvodové i příčné síly přímo do patek pláště. Při zatížení pneumatiky a její deformaci se neprodlužují, ale posunují a namáhají pryž mezi nimi na stříh. Tím vzniká teplo a ztráty [1].

### 3.5.2 RADIÁLNÍ PNEUMATIKY

Radiální pneumatika má vlákna kordových vložek uložena pod úhlem blízcím se  $90^\circ$  vzhledem k podélné rovině symetrie běhounu. Tato část kostry přenáší boční a radiální síly. Schopnost přenosu obvodové síly je malá. Proto má kostra na obvodě pás, nárazník, který tuto sílu přenáší. Boční stěny pneumatiky jsou měkčí a valivý odpor je nižší než u pneumatik diagonálních. Radiální pneumatiky jsou však náročnější na výrobu, a tím tedy i dražší [1]. Rozdíl mezi radiální a diagonální pneumatikou je možno vidět na obrázku 19.



Obr. 19 Schéma radiální pneumatiky (vlevo), schéma diagonální pneumatiky (vpravo) [1].

### 3.5.3 PNEUMATIKY SMÍŠENÉ KONSTRUKCE

Pneumatika smíšené konstrukce (diagonální s nárazníkem) má vlastnosti ležící mezi vlastnostmi diagonální a radiální pneumatiky. Kostra je podobná kostře diagonální pneumatiky s vlákny zkříženými pod úhlem  $60^\circ$ , ale je zpevněna nárazníkem ze dvou nebo více vrstev [1].

## 3.6 PŘIPOJOVACÍ ZAŘÍZENÍ

Připojovacím zařízením traktorového přípojného vozidla (ojí) se přenáší část jeho hmotnosti na energetický prostředek, k němuž může být toto vozidlo agregováno buď formou **horního**, nebo **spodního připojení**. Zatímco přívěsy se připojují výhradně k hornímu připojovacímu zařízení, návěsy se připojují do horního i spodního připojovacího zařízení [1].

Oj bývá zpravidla na jednom konci spojená kyvně s rámem návěsu. Na svém druhém konci bývá zpravidla zakončena tažným okem nebo pánví [6].

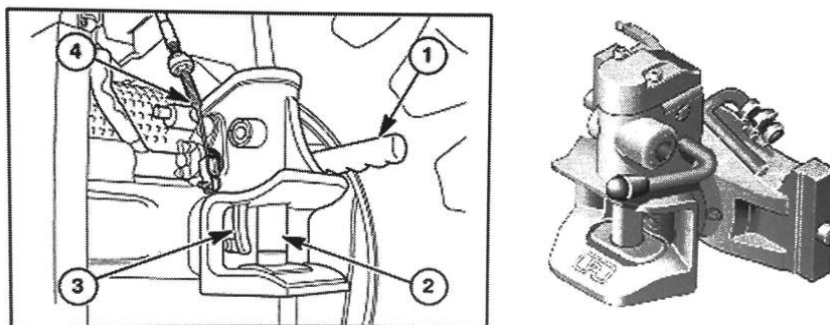
### 3.6.1 ZPŮSOBY PŘIPOJENÍ

Jak již bylo zmíněno výše, u tandemových návěsů můžeme rozlišovat připojení horní a spodní. Obě tato připojení jsou normalizována [1].

**Horní připojení** návěsu k trakčnímu prostředku je provedeno pomocí závěsu, viz Obr. 20. Ten může být připevněn k trakčnímu prostředku pevně v jedné výši nebo častěji je výškově stavitelný (etážový závěs). Toto zařízení musí být otočné kolem



podélné osy. Oka oje mívají průměr 40 a 50 mm. Ke spojení se používají válcové čepy nebo čepy v místě spojení vypouklé. Zatímco při průměru oka 40 mm je vůle mezi čepem a okem u válcového čepu 8 mm, u vypouklého čepu je pouze 2 mm. Tím se snižují rázy v připojovacím zařízení a také opotřebení čepů. Předností horního připojení je jeho široké uplatnění. Nedostatkem je, že může způsobovat odlehčení přední nápravy traktoru a snížení řiditelnosti soupravy [1].



Obr. 20 Etážový závěs s hubicí s automatickým ovládáním [1].

**Spodní připojení** umožňuje vyšší přenos hmotnosti od návěsu na traktor. Zvýšeným zatížením hnacích kol traktoru se pak zlepšují jeho trakční vlastnosti. Zařízení pro spodní připojení však nesmí omezovat použití vývodového hřídele [1].

Spodní připojení návěsu může být realizováno pomocí tzv. agrozávěsu (Hitchhaken), který se zvedá a spouští táhly hydraulického zařízení traktoru. Další možností připojení návěsu je systém Piton-Fix, u něhož se oko oje nasouvá na čep umístěný na již zmíněném energetickém prostředku. K připojení je však nezbytná výškově stavitelná oj. V současné době se stále více rozšiřuje spojení pomocí závěsné kulové hlavy o průměru 80 mm umístěné na traktoru a kulové misky připojené k oji návěsu (systém Scharmüller), které eliminuje některé nedostatky dříve používaných připojení. Velká dosedací plocha misky, zobrazené na obrázku 21, a velmi malá vůle mezi její pracovní plochou a povrchem koule připojovacího zařízení, umožňuje jízdu bez rázů a dovoluje změny vzájemné polohy traktoru a návěsu [49]. Další výhody tohoto systému spočívají v údržbě. Údržba se omezuje pouze na mazání. Aby bylo zachováno těsné slícování, je třeba třecí plochy pravidelně mazat [1].



Obr. 21 Spodní připojení pomocí kulové misky návěsu WTC Písečná BIG 14.10 [36].

### 3.6.2 ODPRUŽENÍ PŘIPOJOVACÍHO ZAŘÍZENÍ

Pro dopravní soupravy s vyšší přepravní rychlostí je účelné odpružení oje. Sníží se tím přenos rázů a kmitání z dopravního prostředku na energetický prostředek a jízda soupravy je klidnější. Zároveň je možno jet rychleji. Oje bývají odpruženy podélnými nebo příčnými listovými či parabolickými pružinami, jak je možno vidět na obrázku 22, pryžovými pružinami nebo hydraulicky. Hydraulické odpružení oje, viz Obr. 23, umožňuje i nastavení výšky oje, které je u řady připojovacích systémů důležité [1].



*Obr. 22 Odpružení oje parabolickými pružinami [26].*



*Obr. 23 Hydraulicky odpružená oj [43].*

## 4 METODY VÝMĚNY NÁSTAVEB

S rostoucími nároky na efektivitu a rychlost v zemědělství, se zvedá důraz také na metody výměny nástaveb zemědělských návěsů. Pokud dojde k přehlédnutí způsobu nasazení, popř. sundání nástavby jeřábem nebo manipulačním zařízením, je možno rozeznat dvě hlavní metody výměny nástaveb zemědělských návěsů.

Jsou to [6]:

- Výměna za pomoci výškově stavitelného podvozku
- Výměna za pomoci hydraulického zařízení na podvozku

### 4.1 VÝMĚNA ZA POMOCI VÝŠKOVĚ STAVITELNÉHO PODVOZKU

Tuto metodu je možno použít výhradně u hydropneumaticky odpružených podvozků. U podvozků odpružených pneumaticky je princip výměny v podstatě stejný, nicméně v dnešní době je toto spojení prakticky nevídaným jevem [6]. Princip výměny spočívá v několika krocích. První krok, dle firemní literatury společnosti Annaburger, tvoří odstavení návěsu na rovné ploše, díky čemuž se zamezí možné neschopnosti odpojení, připojení nebo převrácení nástavby. Pokud je návěs opatřen zdvihací přední nápravou, je doporučeno tuto nápravu zvednout a zajistit. Následující krok sestává ze zvednutí podvozku pomocí odpružení a následného vyklopení a zajištění opěrných nohou, které jsou výškově stavitelné a u společnosti Annaburger uložené ve vlastních držácích na každé nástavbě. Poté je potřeba odjistit úchyty (klíče), které je možno vidět na obrázku 25, zajišťující pevné spojení nástavby a podvozku [47]. Po rozpojení všech elektrických, hydraulických a mechanických spojení zbývá již jen spustit podvozek dolů a ve vodorovné poloze rámu jej vytáhnout zpod nástavby [6]. Princip nasazení nástavby je totožný s principem odpojení, ovšem v opačném pořadí. Zjednodušení nasazení přispívá přítomnost usměrňovacích čepů a plechů umístěných na obou konstrukčních celcích [25]. Odpojenou nástavbu od podvozku je možno vidět na obrázku 24.



Obr. 24 Cisternová nástavba Annaburger HTS 16.27 po odpojení od podvozku [37].



## 4.2 VÝMĚNA ZA POMOCI HYDRAULICKÉHO ZAŘÍZENÍ NA PODVOZKU

Pojem hydraulické zařízení představuje nejčastěji čtyři přímočaré dvojčinné hydromotory, umístěné na podvozku návěsu, který je vybaven mechanickým odpružením, tedy listovými nebo parabolickými pružinami, případně u kloubových výkyvných náprav [6]. Na obrázku 26 je možno vidět přímočarý dvojčinný hydromotor umístěný na podvozku MEGA 20. Odpojení nástavby od podvozku bývá dle firemní literatury společnosti Krampe prováděno následujícím způsobem. Po odstavení návěsu na rovné ploše a rozpojení všech elektrických, hydraulických a mechanických spojení, dojde k vysunutí dvou předních hydromotorů. Díky tomuto se zvedne přední část nástavby. Následuje vyklopení a zajištění opěrných nohou v této části. Pokud nejsou opěrné nohy primárně součástí návěsu, musí je obsluha aplikovat do příslušných otvorů v nástavbě. Poté je provedeno vysunutí dvou zadních hydromotorů, zvednutí zadní části nástavby a její následné podepření pomocí opěrných nohou [48]. Připojení je provedeno stejným postupem použitým v opačném sledu. Oproti výměně nástavby pomocí výškově stavitelného podvozku je tato metoda poněkud pomalejší a omezenější potřebou přídatného zařízení na podvozku [1].



Obr. 25 Přímocharý dvojčinný hydromotor na podvozku návěsu Annaburger [37].



Obr. 26 Přímocharý dvojčinný hydromotor na podvozku ZDT MEGA 20 [43].



## 5 NÁVĚSOVÉ NÁSTAVBY

Pro přepravu materiálu, ale i pro jeho nakládku, popř. aplikaci se připevňují na podvozky přípojných vozidel různé nástavby. Tyto nástavby mohou být připevněny trvale a vytvářejí tak s podvozkem jednoúčelové vozidlo, nebo je možno je na podvozku měnit použitím různých výměnných systémů [1].

### 5.1 SKLÁPĚCÍ NÁSTAVBY

Sklápěcí nástavby na přívěsném nebo návěsovém podvozku jsou určeny pro přepravu volně ložených, popř. i kusových materiálů po veřejných komunikacích, polních cestách a v zemědělském terénu, a to zejména v dopravě vnitřní, tj. v rámci zemědělského podniku. Sklápěcí nástavby jsou vhodné pro přepravu sypkých hrubozrnných, středně i malozrnných a drobných materiálů a pořezaných i nepořezaných čerstvých, zavadlých a suchých stébelnin. Konstrukčně jsou řešeny pro zadní, dvoustranné nebo třístranné sklápění. Bočnice sklápěcích nástaveb se otevírají mechanicky pákovým systémem, nebo hydraulicky. U zadních sklápěčů, viz Obr. 27, bývá směrem dozadu nástavba kónická pro usnadnění vyklopení materiálu. Sklopení nástavby zajišťuje jeden, popř. dva přímočaré hydromotory. Nástavby jsou vyrobeny většinou z profilovaného plechu a jsou utěsněny proti vypadávání materiálu [1]. Proti úletu materiálu při jízdě se zakrývají plachtami. Zadní čela bývají zajištěna mechanicky, hydraulicky nebo speciálními mechanismy s automatickým přitlačením [47].



Obr. 27 Sklápěcí nástavba ZDT MEGA 20 [31].

### 5.2 VELKOOBJEMOVÉ NÁSTAVBY

Velkoobjemové nástavby na návěsových podvozcích, viz Obr. 28, jsou určeny pro přepravu objemných a středně objemných materiálů, zejména zavadlých, popř. čerstvých pícnin a slámy. Návěsy opatřené těmito nástavbami se vyrábějí o užitečné hmotnosti 5000 až 22 000 kg a ložném objemu 20 až 60 m<sup>3</sup>. O vykládku se starají řetězové dopravníky v podlaze poháněné kloubovým hřídelem [10]. Za hlavní výhody tohoto systému je možno považovat eliminaci nebezpečí překlopení vozidla při vyprazdňování oproti sklápěčům, možnost zvýšení objemné hmotnosti stébelnatých

materiálů stlačením při nakládání až o 50 % a možnost vyprazdňování v nízkých stavbách. Výměnou zadního čela za rozmetací ústrojí, popř. šnekový dopravník, může být velkoobjemová nástavba využita také jako rozmetadlo hnoje, popř. překládací návěs. Nevýhodou tohoto systému je větší počet pohyblivých součástí oproti sklápěčům a jejich opotřebení [1]. Pohon řetězového dopravníku velkoobjemové nástavby je zobrazen na obrázku 29.



Obr. 28 Velkoobjemový vůz Annaburger HTS 22.03 s řetězovým dopravníkem [38].

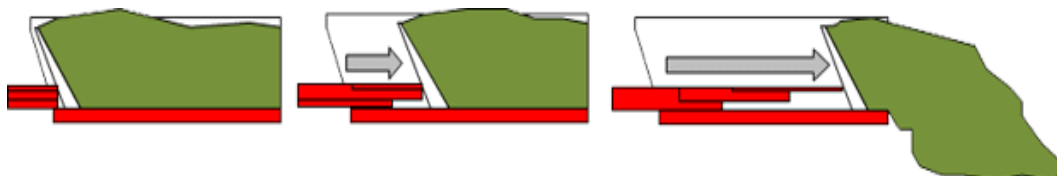


Obr. 29 Pohon řetězového dopravníku u vozu Annaburger HTS 22.03 [26].

### 5.3 NÁSTAVBY S VÝTLAČNÝM ŠTÍTEM

Návěsy opatřené těmito nástavbami, určené pro přepravu objemných materiálů, jako je například kukuřičná siláž, dnes již nepatří mezi ojedinělé stroje, jak tomu bývalo ještě v nedávné minulosti [1]. Mezi největší výrobce těchto zařízení patří společnosti Annaburger a Fliegl [11]. Základem celé nástavby je pevná konstrukce s hrubými stěnami speciálních tvarů, které zabraňují hromadění materiálu a zaručují vysokou stabilitu. Výtlačné čelo, které je zobrazeno na obrázku 31 a které se pohybuje na válečcích zabráňujících jeho sklopení, vytlačuje materiál rovnoměrně a v přesném množství. U vozů společnosti Annaburger je rychlost výtlačného čela plynule říditelná. Tato vlastnost může být velkou výhodou například u podávacích zařízení nebo dopravních pásů. Součástí je také elastický blokovací systém, zabráňující ztrátám materiálu během přepravy. Samotný pohyb

této výtlačné součásti je vyvozen dvojčinným hydraulickým válcem, spojeným s konstrukcí nástavby. Rychlost vysouvání je možno ovládat z kabiny traktoru. Společnost Annaburger používá u svých vozů tříválcový tlačný systém s velkým hlavním válcem a dvěma pomocnými válci umístěnými jeden na druhém, viz Obr. 30. Tyto válce zajišťují tah 43 t. Hlavní válec, je veden uvnitř tunelu a zabraňuje tomu, aby se tlačná zeď při najíždění nakláněla. Vozy této společnosti jsou rovněž vybaveny vlastním hydraulickým okruhem a nádrží o objemu 50 litrů, napojeným na čerpadlo ovládané pomocí kloubového hřídele vyvedeného z traktoru [47].



Obr. 30 Schéma vyprazdňování návěsu s výtlačným štítem [28].

Výhodami nástaveb s tímto systémem jsou větší stabilita při vykládání, možnost stlačení vhodného materiálu až o 60%, bezproblémové vytlačení v nízkých budovách nebo možnost spojení s rozmetacím ústrojím a šnekovým překladačem. Nevýhodami mohou být vyšší pořizovací cena, potřeba oleje, nebo vyšší možnost výskytu poruchy z důvodu složitosti systému [1].



Obr. 31 Výtlačné čelo návěsu Annaburger HTS 22.17 Schubmax [28].

## 5.4 PŘEKLÁDACÍ NÁSTAVBY

Překládací nástavby jsou určeny pro přepravu zrnin, olejnin, tuhých průmyslových hnojiv a jejich překládku do dopravních prostředků nebo strojů se zásobníky, které materiály obvykle aplikují nebo zpracovávají [1]. Tyto konstrukční celky mají zpravidla trojúhelníkový průřez ve spodní části nástavby, kde je umístěn šnekový dopravník, na který navazuje dopravník překládací [6]. Překládací výška dosahuje například u vozů společnosti Annaburger až 4,8 m. Průměr šneku v překládacím dopravníku bývá u těchto strojů obvykle 400 až 450 mm [47]. Někteří výrobci sklápěcích návěsů dodávají ke svým výrobkům překládací šnek, který se připevní k výpustnému otvoru v zadním



čele, nebo umožňují výměnu zadního čela za čelo s překládacím dopravníkem. Vozy společnosti Perard umožňují i přímé vysypávání za sebe [42].

Traktorové soupravy s překládacími vozy jsou úzce spojeny s obilnými sklízecími mlátičkami, které v letních měsících sklízí z polí zrna. To je následně vysypáváno do překládacích vozů, nejlépe za jízdy. Následně souprava přepraví materiál na dané místo, nejčastěji na kraji pole, popř. polní cestě, a přeloží jej do traktorových nebo nákladních automobilových souprav, viz Obr. 32. Toto řešení vede k minimálnímu nepříjemnému utužování půdy, zvýšení výkonnosti sklízecích mlátiček a k úspoře finančních nákladů [1, 6].



Obr. 32 Překládací vůz Annaburger HTS 22.79 [39].

## 5.5 CISTERNOVÉ NÁSTAVBY

Zemědělské cisterny jsou určeny pro nakládku, přepravu a vykládku kapalin, zejména pak vody, kejdy, močůvky apod. Samotná cisterna má válcovitý tvar a je vyrobena z plastu, sklolaminátu, oceli nebo hliníku [6]. Konstrukce cisterny musí umožnit plnění vlastním sacím zařízením, popř. jiným prostředkem, rozstřík přetlakem, vyprázdnění samovolným výtokem nebo ovládání pracovních ústrojí z místa řidiče. Tyto nástavby jsou také vybaveny zajištěním proti prasknutí, stranovým či vrchním otvorem nebo promíchávacím zařízením. Zadní část cisterny je také možno osadit několika druhy aplikátorů, viz Obr. 33. Dvounápravové podvozky, osazené těmito nástavbami, o užitečné hmotnosti 4 500 až 19 000 kg mívají ložný objem 6,5 až 20 m<sup>3</sup> [1].



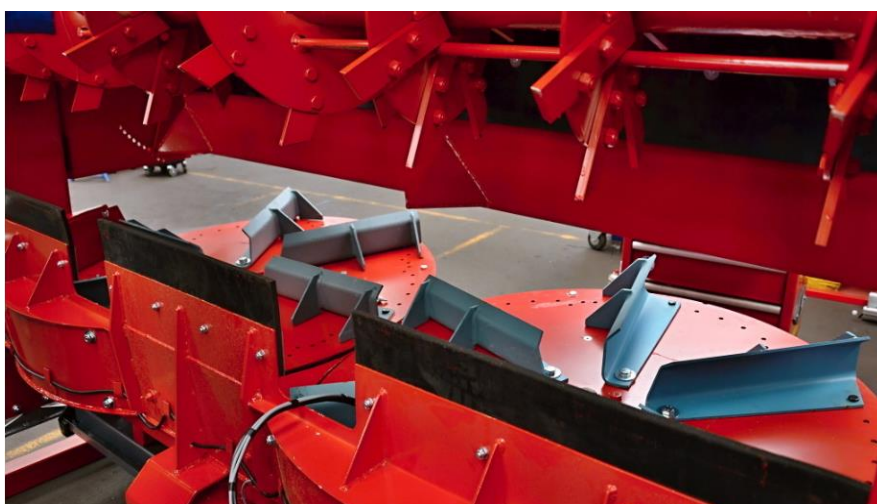
Obr. 33 Cisterna Annaburger HTS 22.79 s hadicovým aplikátorem [40].

## 5.6 ROZMETACÍ NÁSTAVBA

Nástavby rozmetadel, viz Obr. 34, jsou určeny pro přepravu a aplikaci tuhých statkových hnojiv, kašovitých hnojiv a kompostu. Lze je použít i k rozmetání průmyslových kalů. Podvozky rozmetadel musí vyhovovat jízdě po veřejných komunikacích, polních cestách i v zemědělském terénu. Rozmetací ústrojí, které provádí aplikaci, musí zajistit optimální velikost částic rozmetaného materiálu a jeho aplikaci na povrch půdy. Nástavba rozmetadel hnoje je obvykle celoodcelová kónická vana vybavená podlahovým dopravníkem nebo vana s vyhrnovacím čelem. Rozmetací ústrojí tvoří rozdružovací válce s vertikální nebo horizontální osou otáčení doplněné rozmetacími talíři s přestavitelnými lopatkami, viz Obr. 35. Hydraulicky ovládané hradítko umístěné před rozmetacím ústrojím zabraňuje natlačení materiálu do rozdružovacích válců při nakládání. Tím se usnadňuje rozběh rozmetacího ústrojí na počátku rozmetání a zabraňuje jeho přetížení, popř. poškození. Pracovní ústrojí jsou ovládána elektromagneticky s různým stupněm automatizace z místa řidiče [1].



Obr. 34 Rozmetadlo ZDT Nové Veselí Mega 20 [41].



Obr. 35 Rozmetací ústrojí Annaburger [26].

## **6 PŘEHLED HLAVNÍCH TUZEMSKÝCH A EVROPSKÝCH VÝROBCŮ TANDEMOVÝCH NÁVĚSŮ**

Se vznikem a postupným vývinem zemědělské dopravy souvisí také vznik, vývin, ale také zánik výrobců, zabývajících se výrobou zemědělských návěsů. V dřívějších dobách byl nejvýznamnějším výrobcem této techniky podnik STS Opava, vyrábějící například dnes již legendární návěsy N900, které jsou dodnes využívány ve mnoha zemědělských podnicích [6]. Mezi dnešní výrobce lze zařadit firmy jako ZDT Nové Veselí, WTC Písečná, Bednar FMT či společnost ROmiLL. Také zahraniční výrobci zdárně dodávají své výrobky na český trh. Převážně německé návěsy značky jako Annaburger, Krampe, Bergmann nebo žluté návěsy se znakem velblouda polské firmy Wielton jsou na českých polích jako doma.

### **6.1 ZDT NOVÉ VESELÍ**

Společnost ZDT Nové Veselí, sídlící v Novém Veselí na Vysočině, je ryze českou společností zaměřenou na výrobu zemědělských strojů pro přepravu a aplikaci zemědělských komodit. Celkem zaměstnává 120 pracovníků, kteří nevyužívají žádných robotů ani automatických pracovišť, a disponuje také vlastním konstrukčním a vývojovým oddělením, kterým prošly veškeré nabízené produkty. Hlavní produktovou řadu této společnosti v současnosti tvoří výměnný systém MEGA v provedení tandem i tridem. Nejčastějším prvkem tohoto systému je vanová korba s možností sklápění dozadu. Mezi další prvky poté patří také dvoustranná nebo třístranná sklápěcí korba, rozmetadlo hnoje a také cisterna. Poslední možnost tvoří velkoobjemová nástavba s objemem 45 m<sup>3</sup>. Co se týče ostatních produktů, firma ZDT Nové Veselí nabízí také menší přívěsy nebo návěsy, podvozky pod žací lišty sklízecích mlátiček, valníky, přepravníky zvířat, lesnické vyvážecí nástavby, rozmetadla minerálních hnojiv a také překládací vozy [15].

### **6.2 WTC PÍSEČNÁ**

Historie této společnosti sahá až do roku 1894, kdy v obci Senice na Hané byla spuštěna výroba zemědělské dopravní přípojné techniky. Základ výrobního programu tvořily stroje na zpracování obilí. Traktorové vlečky se zde začaly vyrábět až v roce 1942. V roce 1968 byla následně tato výroba přesunuta do Písečné u Jeseníku. V této době firma vyráběla zejména jednoosé přívěsy typu PAJ 1 a dvouosé přívěsy s označením PzS 50 a P 73 S. Postupem času docházelo k rozšiřování výroby a zavádění nových produktů, jako například návěsů NS 1 30.23.20 a NS 2 či kontejnerových návěsů NK 24.20.18. V Písečné byly rovněž finálně montovány vozy LIAZ a TATRA. Po roce 1990 došlo k privatizaci podniku. Od roku 2005 patří výrobní závod v Písečné společnosti WTC Písečná. Základní výrobní program této společnosti tvoří traktorové návěsy BIG, přepravníky balíků PLT, nosiče kontejnerů PORTÝR, traktorové přívěsy BSS, přepravníky zvířat PARDÁL či přepravníky krmných směsí KUKA [44].

### **6.3 MOLČÍK**

Firma Molčík byla založena roku 1991 jako malé zámečnictví vyrábějící zahradní nábytek a různé zámečnické výrobky. Roku 1995 došlo k vyrobení první nástavby pro zemědělské přívěsy a následně roku 1998 byla vyrobena první nástavba na nákladní

automobil LIAZ. V současné době firma Molčík sídlí ve Valticích, kde dodnes vyrábí jednostranné a třístranné stavební nástavby pro nákladní automobily, zemědělské nástavby pro nákladní automobily a pro přívěsy, traktorové návěsy řady EDK a TDK, traktorové přívěsy řady ZDK, vozy na přepravu balíků PBS, nerezové vinařské návěsy NVM, hydraulická ramena HRM nebo polní válce s označením JD 06 a HK 08/10 [45].

## **6.4 ROMILL**

Společnost ROmiLL, založená v roce 1991 se sídlem v Brně, začala vyvíjet, vyrábět a prodávat zemědělskou dopravní techniku až v roce 2008. Do této produkce zařadila systémy tandemových návěsů Atlant, které jsou vyráběny s vanovou, dozadu sklopnou korbou se základním objemem korby činícím 20 m<sup>3</sup>, nebo jako univerzální podvozky pro různé nástavby (výměnný systém). Mezi tyto nástavby patří vanová korba s možností sklápění dozadu a doleva, velkoobjemová korba s posuvným dnem, cisternová nástavba a rozmetadlová nástavba. Společnost ROmiLL rovněž vyrábí výměnné systémy tridemových návěsů Triton se základním objemem korby 28 m<sup>3</sup>. Mezi další produkty je možno zařadit samonakládací transportér kulatých balíků Rotos, velkoobjemový návěs s posuvným dnem Mamut, cisterny Neptun s objemem od 6 do 24,5 m<sup>3</sup>, překládací vůz Herkul, nosič kontejnerů Titan či přepravní vozík pro přepravu hroznů, ovoce, zeleniny a jiných potravin a materiálů Bacchus [50].

## **6.5 BEDNAR FMT**

Společnost BEDNAR FMT, založena v roce 1997 v Praze, tehdy ještě pod názvem STROM Export, zakládala svou výrobu na exportu kvalitních českých zemědělských strojů do zahraničí. Mezi první produkty této společnosti patřil hřídelový diskový podmítač Dowlands zelené barvy. Roku 2003 společnost změnila svou image, kdy zelenou barvu společnosti nahradila barva žlutá. Následně v roce 2006 firma přesunula svou výrobu do Rychnova nad Kněžnou, kde dodnes vyrábí své produkty, mezi které patří kromě traktorových návěsů WAGON WG také secí stroje OMEGA, zásobníky na hnojivo FERTI-BOX, diskové podmítače, předseťové kompaktory, kypřiče, pluhý nebo mulchery [46].

## **6.6 ANNABURGER**

Firma Annaburger byla založena v roce 1991 v městečku Annaburg ve spolkovém státě Sasko-Anhaltsko. V dnešní době patří k předním evropským výrobcům v oblasti dopravní a aplikační zemědělské techniky, který udává vývojový trend. Je také největším dovozcem této techniky do České republiky. Hlavní výrobní doménou firmy Annaburger je především výměnný systém Multi Land Plus, který je považován za nejmodernější v Evropě. Při vývoji tohoto systému se firma Annaburger ve spolupráci s firmou BPW stala průkopníkem v oblasti hydraulického odpružení náprav. Zbylou část výroby tvoří jednoúčelové návěsy, přívozní a aplikační cisterny, rozmetadla hnoje, návěsy s výtlačným čelem, senážní vozy s velkoobjemovými nástavbami, sedlové návěsy a výměnné systémy s nimi spojené, překládací vozy, stavební návěsy a nástavby na nákladní automobily [16, 47].

## **6.7 KRAMPE**

Firma Krampe, založená v roce 1982 ve městečku Coesfeld-Lette na severu Německa, patří mnoho let k předním výrobcům zemědělské dopravní techniky

v Evropě. Do výrobního programu této firmy patří návěsy s jednou až třemi nápravami Big Body. Mezi další produkty patří výměnný systém v kombinaci sklápěcí vany a cisterny, kamionové návěsy, hákové nosiče kontejnerů nebo stavební návěsy [19]. Originálním produktem firmy Krampe je také návěs Bandit opatřen rolovací podlahou z gumového pásu, která je poháněna dvěma hydromotory umístěnými ve stěně korby v zadní části vozu. Tento návěs eliminuje problémy spojené s vykládkou sklopných návěsů (nemožnost vykládky v prostorách s nízkou střechou) a návěsů s výtlačným čelem (podstatně složitější konstrukce, se kterou je spojená nižší nosnost při stejné velikosti) [20, 48].

## **6.8 BERGMANN**

Společnost Bergmann je tradiční rodinnou firmou, založenou v roce 1896 ve městě Goldenstedt v Dolním Sasku. Mezi hlavní výrobek této firmy patří výměnný systém s označením Vario s možností připojení sklápěcí, rozmetací a velkoobjemové nástavby. Dále nabídku firmy tvoří univerzální rozmetadla TSW v různém velikostním provedení, sběrací vozy a překládací vozy s označením GTW [21].

## **6.9 WIELTON**

Firma Wielton, zabývající se podstatnou část své existence výrobou silničních návěsů užívaných v kamionové dopravě, byla založena v roce 1992 v Polsku. V roce 2009 se vedení firmy rozhodlo k využívání výrobních linek i k výrobě zemědělské techniky. Od té doby je možno na českých polích a cestách potkat tandemové traktorové návěsy charakteristické svou žluto-černou barevnou kombinací se znakem velblouda. Dlouholeté zkušenosti ve výrobě návěsů pro silniční dopravu a také velké finanční zisky této osvědčené značky umožňují rozsáhlé investice do technického vybavení jednotlivých provozů. S tím spojené speciální postupy svařování, lakování a montáže založené na velkém uplatnění robotů s sebou nesou velké provozní přednosti, mezi které patří například nízká pohotovostní hmotnost při vysoké pevnosti. V současné době firma Wielton vyrábí na 35 různých modelů dopravní a aplikační techniky. Patří sem jednostranně až třístranně sklápěné tandemové návěsy s rozsahem celkových hmotností 14,5 až 25,8 tun, třístranně sklápěný tridemový návěs s celkovou hmotností 34 tun, třístranně sklápěné přívěsy s rozsahem celkových hmotností 11 až 27 tun, traktorové cisterny, podvalníčky, dolly podvozky nebo také napáječky zvířat [22].



## **7 TECHNICKÉ PARAMETRY JEDNOTLIVÝCH PRODUKTOVÝCH KATEGORIÍ**

Rozhodujícími částmi výměnných systémů nebo jednoúčelových návěsů jsou při určování jejich technických parametrů nastavba a podvozek. Podle těchto parametrů bylo provedeno tabulkové rozdělení v přílohách 1-7 [6].

Technické parametry podvozku:

- Rozměry podvozku
- Počet řízených náprav a způsob řízení
- Výrobce náprav
- Typ odpružení náprav
- Typ brzd
- Typ brzdícího média a počet tlakových hadic
- Rozměry brzdového bubnu
- Vybavení zátěžovým regulátorem brzd
- Základní rozměr pneumatik
- Způsob připojení k tažnému prostředku
- Typ odpružení přípojného zařízení
- Pohon opěrné nohy
- Nejvyšší povolená rychlost

Technické parametry návěsu s nastavbou korba:

- Celková hmotnost
- Provozní hmotnost
- Objem nastavby bez nastavků
- Objem nastavby s nastavky
- Rozměry ložné plochy nastavby
- Způsob vyprazdňování
- Strany sklápění
- Sklopný úhel
- Doporučený tažný prostředek
- Příslušenství k nastavbě

Technické parametry velkoobjemových senážních vozů s posuvným dnem:

- Celková hmotnost
- Provozní hmotnost
- Objem nastavby
- Rozměry ložné plochy nastavby
- Způsob vyprazdňování
- Doba vyprazdňování
- Počet řetězových dopravníků
- Možnost sklopení horní části předního čela
- Příslušenství k nastavbě

Technické parametry návěsů s výtlačným čelem:

- Celková hmotnost
- Provozní hmotnost
- Objem nástavby
- Rozměry ložné plochy nástavby
- Doba vyprazdňování
- Potřebné množství oleje k vyprazdňování
- Doporučený tažný prostředek
- Příslušenství k nástavbě

Technické parametry překládacích vozů:

- Celková hmotnost
- Provozní hmotnost
- Objem zásobníku
- Rozměry zásobníku
- Plnicí výška
- Překládací výška
- Průměr překládacího šneku
- Překládací výkon
- Otáčky vývodového hřídele
- Doporučený tažný prostředek
- Příslušenství k nástavbě

Technické parametry cisteren:

- Celková hmotnost
- Provozní hmotnost
- Objem cisterny
- Rozměry cisterny
- Materiál cisterny
- Základní systém plnění
- Systém vyprazdňování
- Systém připojení aplikátorů
- Příslušenství k nástavbě

Technické parametry rozmetadel tuhých statkových hnojiv:

- Celková hmotnost
- Provozní hmotnost
- Objem nástavby
- Rozměry ložné plochy nástavby
- Otáčky vývodového hřídele
- Typy podlahového dopravníku
- Typ rozmetacího ústrojí
- Počet frézovacích válců a rozmetacích kotoučů
- Počet lopatek na kotouči

- Použití hydraulického hradítka
- Pracovní záběr
- Ovládání stroje
- Příslušenství k nástavbě

## 8 KRITICKÝ ROZBOR TECHNICKÝCH PARAMETRŮ JEDNOTLIVÝCH PRODUKTOVÝCH KATEGORIÍ

Technické parametry daného návěsu by měly být zváženy každým zákazníkem, plánujícím jeho nákup. Podle těchto parametrů je možno vybrat nejlepší stroj vyskytující se na trhu vyhovující podmínkám daného podniku a prostředí, ve kterém se bude koupený stroj pohybovat.

Zavedení součinitelů pro rozbor technický parametrů [6]:

- Součinitel vyjadřující nejvýhodnější poměr mezi hmotností prázdného návěsu a celkovou hmotností návěsu s nákladem:

$$\varphi_1 = \frac{\text{provozní hmotnost}}{\text{celková hmotnost}} \quad [-] \quad (1)$$

- Součinitel vyjadřující čas, za který je vyprázdněn objem zásobníku:

$$\varphi_2 = \frac{\text{objem zásobníku}}{\text{překládací výkon}} \quad [\text{min}] \quad (2)$$

- Součinitel vyjadřující závislost objemu převáženého materiálu na době vyprazdňování objemu nástavby

$$\varphi_3 = \frac{\text{objem nástavby}}{\text{doba vyprazdňování}} \quad [\text{m}^3 * \text{s}^{-1}] \quad (3)$$

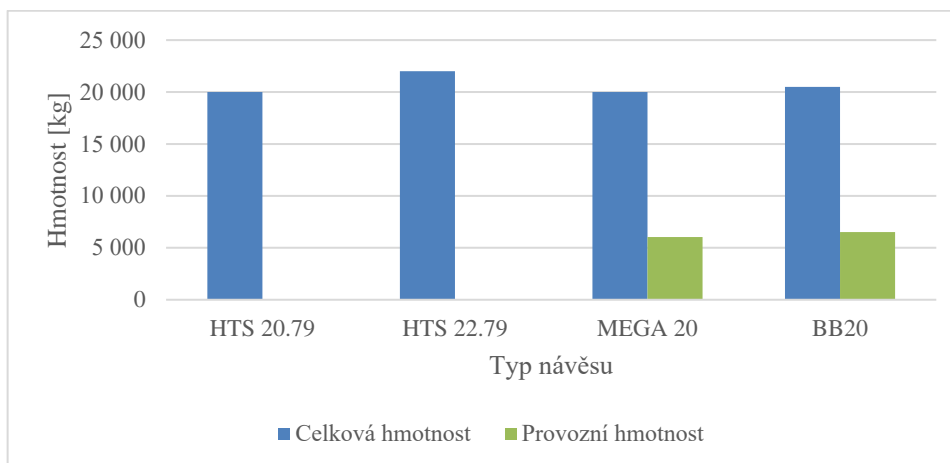
### Výměnné systémy:

Největší celkovou hmotnost z vybraných návěsů má stroj Annaburger HTS 22.79, jenž má zároveň největší objem základní nástavby. Všechny porovnávané parametry jsou uvedeny v tabulce 4. Na obrázku 36 je graficky zobrazeno porovnání celkových a provozních hmotností daných systémů. Obrázek 37 následně zobrazuje porovnání objemů nástaveb bez nástavků. Dle součinitele  $\varphi_1$  je nejlepší volbou výměnný systém ZDT MEGA 20. Nutno ovšem dodat, že u dvou strojů značky Annaburger nebylo možno tento poměr z důvodu absence údaje o provozní hmotnosti určit.

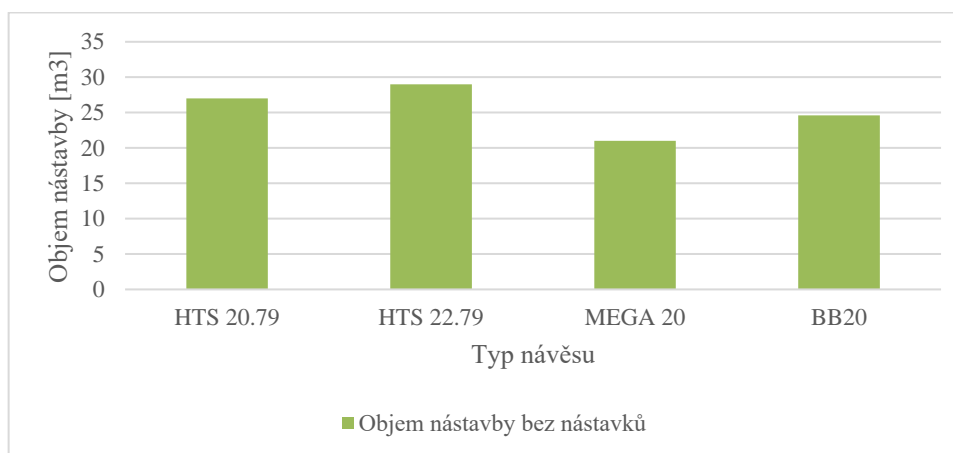
Tab. 4 Dělení výměnných systémů dle důležitých parametrů.

Výrobce	Annaburger	Annaburger	ZDT	ROmiLL
Typ	HTS 20.79	HTS 22.79	MEGA 20	BB20
Celková hmotnost	20 000 kg	22 000 kg	20 000 kg	20 500 kg
Provozní hmotnost	-	-	6 040 kg	6 520 kg
Objem nástavby bez nástavků	27 m <sup>3</sup>	29 m <sup>3</sup>	21 m <sup>3</sup>	20 m <sup>3</sup>
Rozměry podvozku (délka/šířka/výška)	8,57 x 2,55 x 1,3 m	9,12 x 2,55 x 1,3 m	7,29 x 2,55 x 1,31 m	7,85 x 2,55 x 1,15 m
Součinitel $\varphi_1$	-	-	0,3	0,32

Všechny hlavní parametry vybraných výměnných systémů jsou uvedeny v příloze 7. Díky tomu je možno určit nejlepší stroj, ať už z hlediska výbavy nebo provozních vlastností. V těchto ohledech se nejlépe jeví návěs s označením Annaburger HTS 22.79, který disponuje největším objemem nástavby. Dále je v základní výbavě vybaven hydropneumatickým odpružením náprav a oje. Zákazník má rovněž možnost volby způsobu řízení náprav mezi vlečným nebo nuceným.



Obr. 36 Grafické porovnání celkových a provozních hmotností vybraných výměnných systémů.



Obr. 37 Grafické porovnání objemů nástaveb vybraných výměnných systémů.

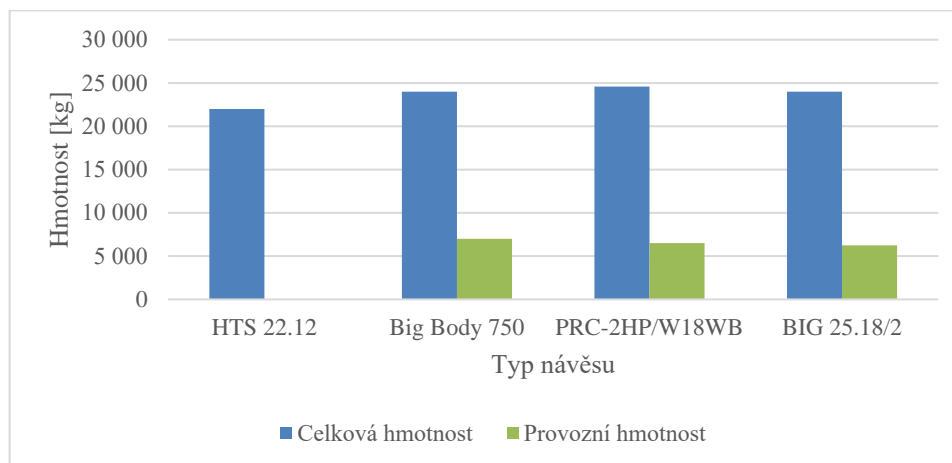
### Návěsy s nástavbou korba:

Největší celkovou hmotnost ze zmíněných návěsů má Wielton PRC-2HP/W18WB, největší objem nástavby, při použití nástavků a při volbě větší varianty provedení, zase nabízí návěs Krampe Big Body 750. V tabulce 5 jsou vypsány hlavní porovnávané parametry. Na obrázku 38 je graficky popsán rozdíl mezi celkovými a provozními hmotnostmi daných strojů. Obrázek 39 následně porovnává jednotlivé objemy nástaveb. Dle poměru  $\varphi_1$ , při absenci provozní hmotnosti návěsu HTS 22.03, jsou nejvýhodnější stroje výrobců Wielton a WTC Písečná.

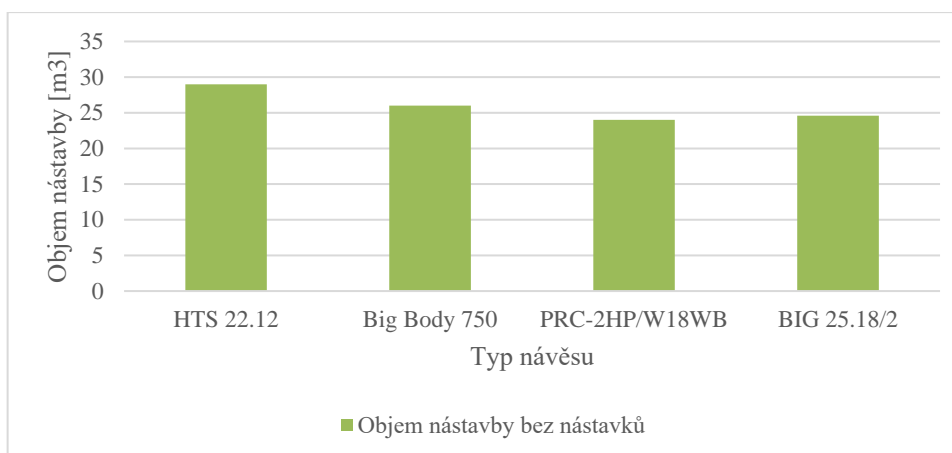
Všechny důležité parametry vybraných návěsů s nástavbou korba jsou uvedeny v příloze 1. Dle těchto parametrů je nejvýhodnější návěs Annaburger HTS 22.12, který disponuje největším objemem nástavby a je možno na něj aplikovat překládací šnek.

Tab. 5 Dělení návěsů s nástavbou korba podle důležitých parametrů.

Výrobce	Annaburger	Krampe	Wielton	WTC Písečná
Typ	HTS 22.12	Big Body 750	PRC-2HP/W18WB	BIG 25.18/2
Celková hmotnost	22 000 kg	24 000 kg	24 600 kg	24 000 kg
Provozní hmotnost	-	7 000 kg	6 500 kg	6 250 kg
Objem nástavby bez nástavků	29 m <sup>3</sup>	26 m <sup>3</sup>	24 m <sup>3</sup>	24,6 m <sup>3</sup>
Objem nástavby s nástavky	34,5 nebo 38 m <sup>3</sup>	35,8 nebo 39,1 m <sup>3</sup>	29,34 nebo 37 m <sup>3</sup>	31,2 nebo 34,4 m <sup>3</sup>
Součinitel $\varphi_1$	-	0,29	0,26	0,26



Obr. 38 Grafické porovnání celkových a provozních hmotností vybraných návěsů s nástavbou korba.



Obr. 39 Grafické porovnání jednotlivých objemů nástaveb bez nástavků vybraných návěsů s nástavbou korba.



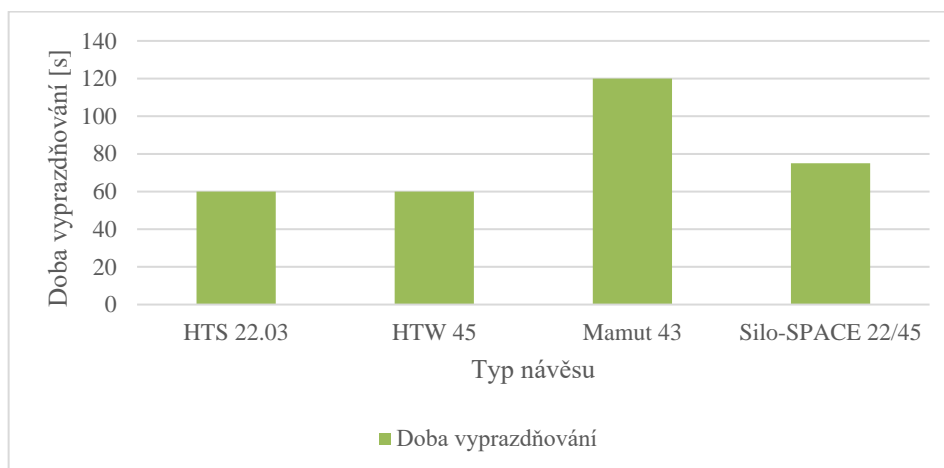
**Velkoobjemové senážní vozy s posuvným dnem:**

Návěsem s největším objemem nástavby ze zmíněných návěsů je Annaburger HTS 22.03, přičemž nejvyšší celkovou hmotnost má návěs Bergmann HTW 45. Oba tyto návěsy mají stejnou dobu vyprazdňování. Nejdelší dobu vyprazdňování má návěs ROmiLL Mamut 43. Porovnávané parametry jsou uvedeny v tabulce 6. Na obrázku 40 jsou porovnávány jednotlivé vyprazdňovací rychlosti, zatímco obrázek 41 znázorňuje objemy jednotlivých nástaveb daných návěsů. Dle součinitele  $\varphi_3$  je nejlepší volbou návěs Annaburger HTS 22.03.

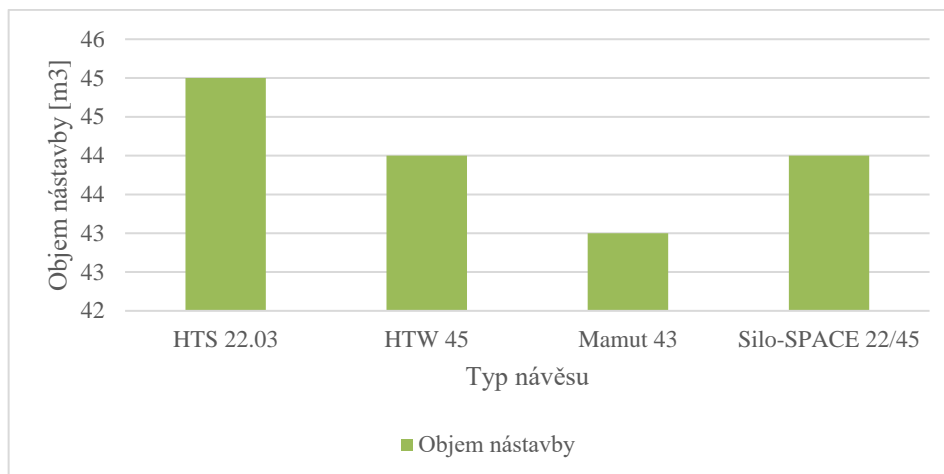
V příloze 2 jsou uvedeny důležité parametry. Každý ze zmíněných strojů je možno vybavit rozmanitým příslušenstvím, čítajícím například aplikaci váhy nebo frézovacích válců.

Tab. 6 Dělení velkoobjemových senážních vozů s posuvným dnem podle důležitých parametrů.

Výrobce	Annaburger	Bergmann	ROmiLL	Joskin
Typ	HTS 22.03	HTW 45	Mamut 43	Silo-SPACE 22/45
Celková hmotnost	22 000 kg	24 000 kg	21 000 kg	22 000 kg
Provozní hmotnost	-	-	7 500 kg	-
Objem nástavby	45 m <sup>3</sup>	44 m <sup>3</sup>	43 m <sup>3</sup>	44 m <sup>3</sup>
Doba vyprazdňování	60 s	60 s	120 s	75 s
Součinitel $\varphi_3$	0,75 m <sup>3</sup> /s	0,73 m <sup>3</sup> /s	0,36 m <sup>3</sup> /s	0,59 m <sup>3</sup> /s



Obr. 40 Grafické porovnání vyprazdňovacích dob jednotlivých velkoobjemových senážních návěsů.



Obr. 41 Grafické porovnání objemů nástaveb vybraných velkoobjemových senážních vozů.

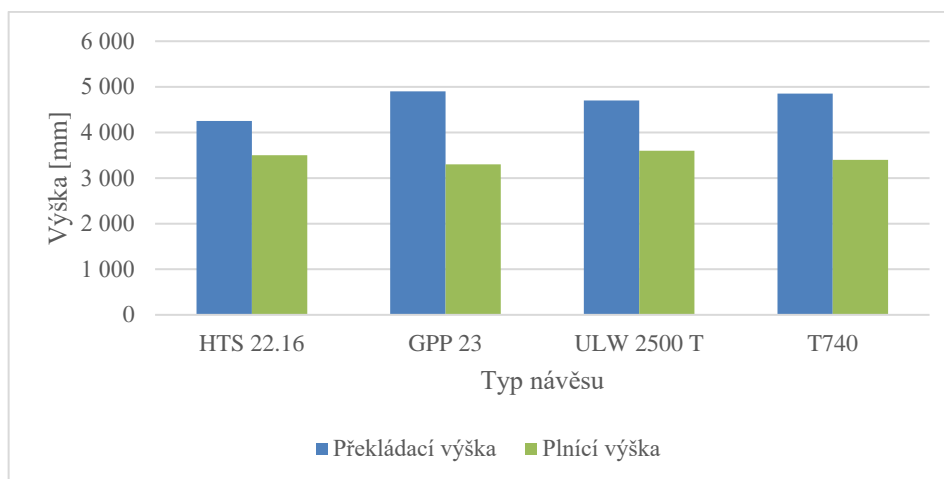
### Překládací vozy:

Zmíněné překládací vozy jsou všechny vyráběny se stejným objemem zásobníku. S největší celkovou hmotností jsou vyráběny vozy Umega GPP 23, největším překládacím výkonem je vybaven Annaburger HTS 22.16. Všechny porovnávané parametry jsou uvedeny v tabulce 7. Obrázek 42 znázorňuje rozdíly mezi jednotlivými překládacími a plnicími výškami. Překládací výkony jsou následně porovnány na obrázku 43.

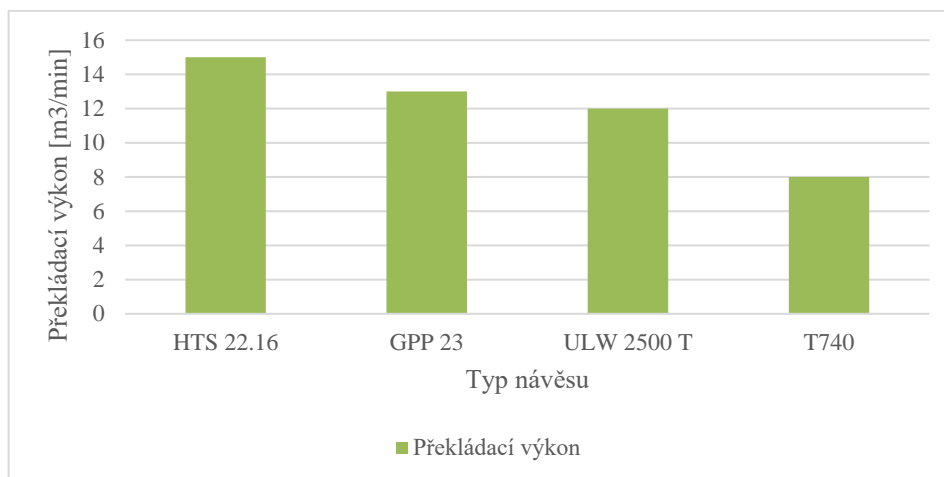
V příloze 3 jsou uvedeny důležité parametry charakterizující vybrané stroje. Společnost Annaburger dodává své stroje HTS 22.16 v základní výbavě s hydropneumatickým odpružením jak náprav, tak připojovacího zařízení. Rovněž jako jediná nabízí nucené řízení nápravy. Společnosti Umega a Pronar zase nabízejí svým zákazníkům širokou škálu příslušenství.

Tab. 7 Dělení překládacích vozů podle důležitých parametrů.

Výrobce	Annaburger	Umega	Hawe	Pronar
Typ	HTS 22.16	GPP 23	ULW 2500 T	T740
Celková hmotnost	22 000 kg	25 500 kg	22 000 kg	25 000 kg
Objem zásobníku	28 m <sup>3</sup>	28 m <sup>3</sup>	28 m <sup>3</sup>	28 m <sup>3</sup>
Překládací výkon	15 m <sup>3</sup> /min	13 m <sup>3</sup> /min	12 m <sup>3</sup> /min	8 m <sup>3</sup> /min
Plnicí výška	3 500 mm	3 300 mm	3 600 mm	3 400 mm
Překládací výška	4 250 mm	4 900	4 700 mm	4 850 mm
Průměr překládacího šneku	550 mm	400 mm	500 mm	430 mm
Rozměry zásobníku (d x š)	6,2 x 2,5 m	6,0 x 2,45 m	6,0 x 2,5 m	6,015 x 2,492 m
Součinitel $\varphi_2$	1,87 min	2,15 min	2,33 min	3,5 min



Obr. 42 Grafické porovnání plnicích a překládací výšek vybraných překládacích návěsů.



Obr. 43 Grafické porovnání překládacích výkonů vybraných překládacích návěsů.

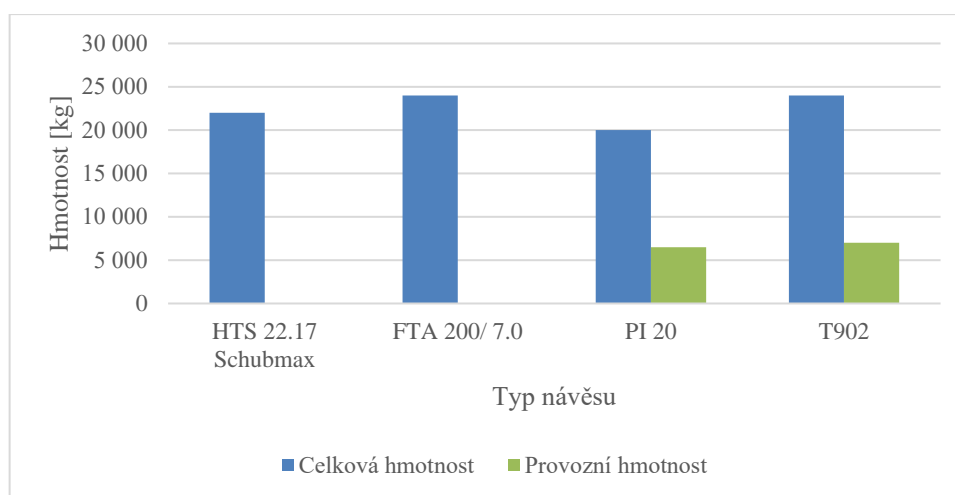
### Návěsy s výtlačným čelem:

Ze zmíněných výrobců a jejich produktů mají největší celkovou hmotnost návěsy s výtlačným čelem značek Fortuna a Pronar. Největší objem nástavby mají stroje značek Annaburger a Fortuna. Součinitel  $\varphi_3$ , při absenci doby vyprazdňování návěsu Pronar T902 a při použití uvažování větší varianty provedení nástavby návěsu Umega, vychází nejlépe pro stroj Annaburger HTS 22.17 Schubmax. Porovnávané hodnoty jsou uvedeny v tabulce 8. Provozní hmotnosti, celkové hmotnosti a objemy nástaveb jsou znázorněny na obrázcích 44 a 45.

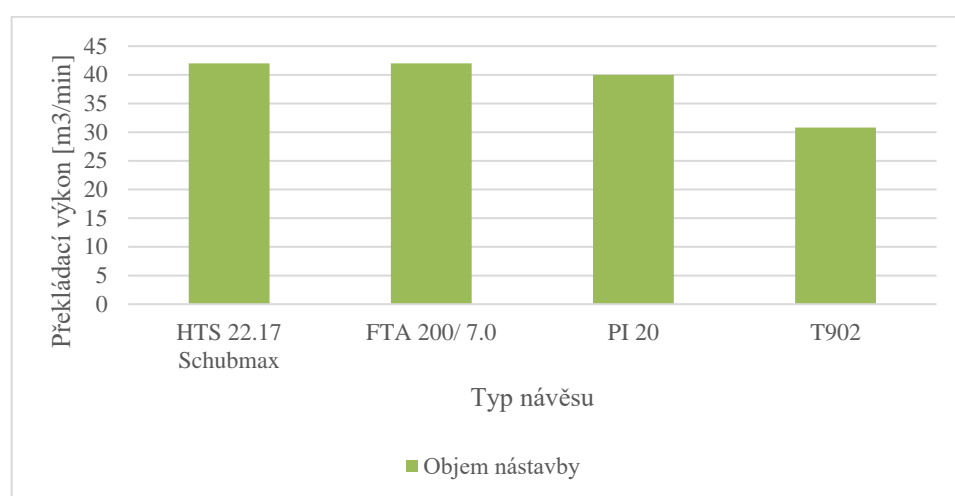
V příloze 4 jsou uvedeny všechny podstatné parametry vybraných návěsů s výtlačným čelem. Vozy společnosti Annaburger jako jediné nabízejí možnost výběru mezi vlečným nebo nuceným řízením nápravy. Rovněž jsou stroje HTS 22.17 Schubmax jako jediné nabízeny v základní výbavě s hydropneumatickým odpružením náprav a přípojného zařízení. Vozy společnosti Umega jsou na druhou stranu vybavovány největšími pneumatikami. Jak stroj HTS 22.17 Schubmax tak PI 20 je možno osadit rozmetacím ústrojím.

Tab. 8 Dělení návěsů s výtlačným čelem podle důležitých parametrů.

Výrobce	Annaburger	Fortuna	Umega	Pronar
Typ	HTS 22.17 Schubmax	FTA 200/7.0	PI 20	T902
Celková hmotnost	22 000 kg	24 000 kg	20 000 kg	24 000 kg
Provozní hmotnost	-	-	6 500 kg	7 000 kg
Objem nástavby	42 m <sup>3</sup>	42 m <sup>3</sup>	33/40 m <sup>3</sup>	30,8 m <sup>3</sup>
Doba vyprazdňování	50 s	60 s	60 s	-
Potřebné množství oleje	40 l	-	-	30 l
Součinitel $\varphi_3$	0,84 m <sup>3</sup> /s	0,7 m <sup>3</sup> /s	0,67 m <sup>3</sup> /s	-



Obr. 44 Grafické porovnání celkových a provozních hmotností vybraných návěsů s výtlačným čelem.



Obr. 45 Grafické znázornění jednotlivých objemů nástaveb vybraných strojů.

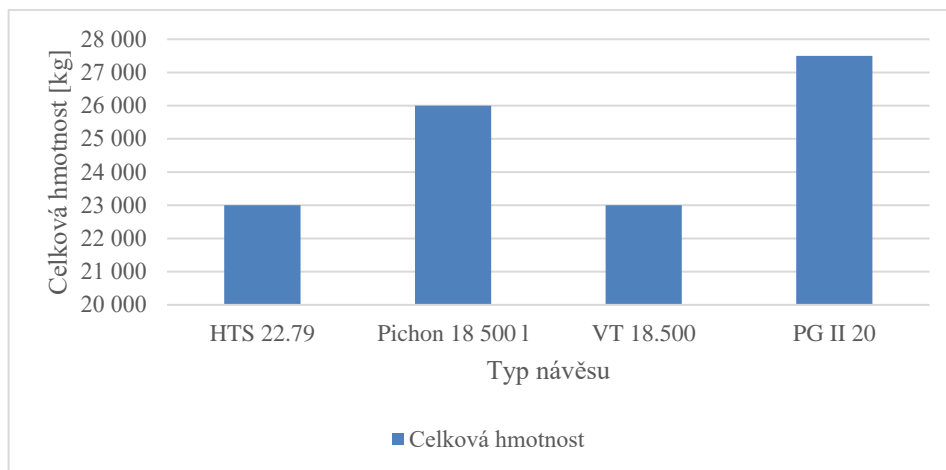
**Cisterny:**

Cisternou s největším objemem a největší celkovou hmotností je z porovnávaných strojů cisterna Samson PG II 20. V tabulce 9 jsou porovnávané hodnoty uvedeny a následně porovnány na obrázcích 46 a 47.

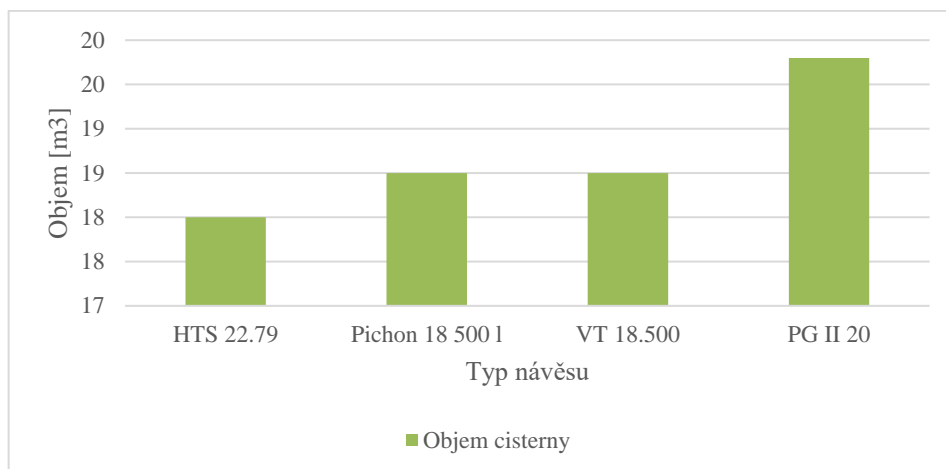
V příloze 5 jsou vypsány důležité parametry vybraných cisteren. Stroj značky Kotte Garant je zákazníkům dodáván s největším rozměrem pneumatik, zatímco cisterna Annaburger HTS 22.79 je jako jediná z vybraných strojů vyrobena z laminátu.

Tab. 9 Dělení cisteren podle důležitých parametrů.

Výrobce	Annaburger	Pichon	Kotte Garant	Samson
Typ	HTS 22.79	Pichon 18 500 I	VT 18.500	PG II 20
Celková hmotnost	23 000 kg	26 000 kg	23 000 kg	27 500 kg
Objem cisterny	18 m <sup>3</sup>	18,5 m <sup>3</sup>	18,5 m <sup>3</sup>	19,8 m <sup>3</sup>



Obr. 46 Grafické porovnání celkových hmotností vybraných cisteren.



Obr. 47 Grafické znázornění jednotlivých objemů vybraných cisteren.

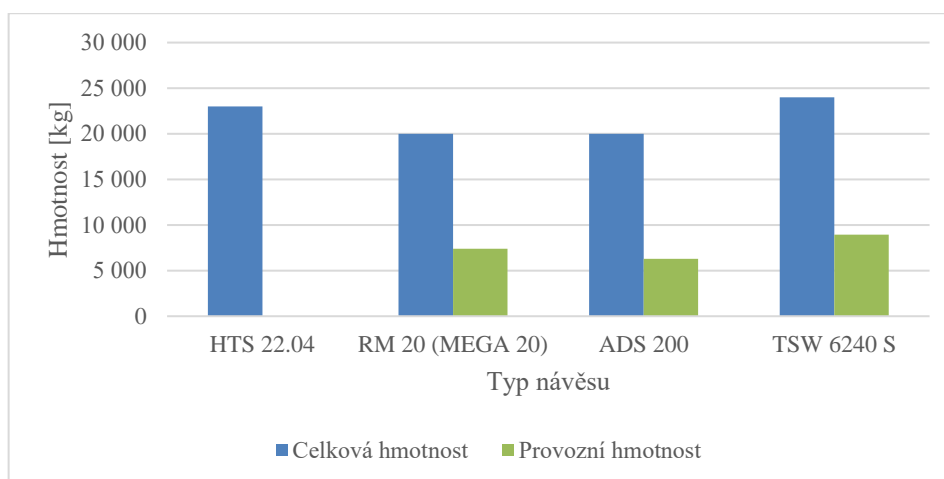


**Rozmetadla tuhých statkových hnojiv:**

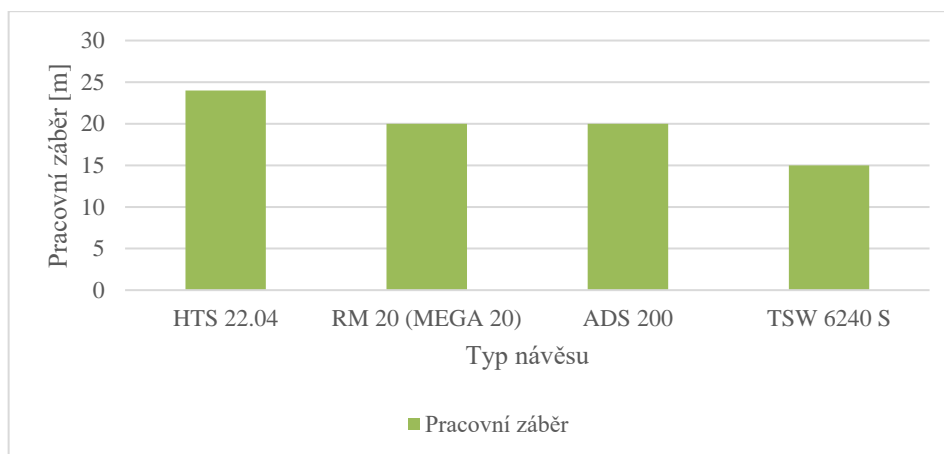
Ze zmíněných strojů má největší celkovou hmotnost rozmetadlo značky Bergmann, které navíc disponuje největším objemem nástavby. Rozmetadlo Annaburger HTS 22.04 disponuje největším pracovním záběrem. Porovnávané parametry jsou uvedeny v tabulce 10. Obrázek 48 porovnává celkové a provozní hmotnosti vybraných strojů zatímco obrázkem 49 jsou porovnány jednotlivé pracovní záběry. Ostatní důležité parametry je možno dohledat v příloze 6.

Tab. 10 Dělení rozmetadel tuhých statkových hnojiv podle důležitých parametrů.

Výrobce	Annaburger	ZDT	Fliegl	Bergmann
Typ	HTS 22.04	RM 20	ADS 200	TSW 6240 S
Celková hmotnost	23 000 kg	20 000 kg	20 000 kg	24 000 kg
Provozní hmotnost	-	7 400 kg	6 300 kg	8 940 kg
Objem nástavby	19 m <sup>3</sup>	14 m <sup>3</sup>	19 m <sup>3</sup>	19,7 m <sup>3</sup>
Pracovní záběr	24 m	20 m	20 m	15 m
Součinitel $\varphi_1$	-	0,37	0,32	0,37



Obr. 48 Graf porovnání celkových a provozních hmotností vybraných rozmetadel.



Obr. 49 Graf porovnání pracovních záběrů vybraných rozmetadel.

## ZÁVĚR

Zemědělství je z podstatné části závislé na způsobu a formě dopravy. Se zvyšujícími se nároky na produkci a rychlost přepravování různých plodin a materiálů rostou požadavky na dopravní prostředky - nákladní automobily a traktorové návěsové soupravy - používané v této oblasti hospodářství. Větší část vozových parků zemědělských podniků tvoří traktorové návěsové soupravy. Ty vznikají spojením traktoru a návěsu různého druhu. Při výběru návěsu je potřeba brát v úvahu několik hledisek, jako jsou pořizovací cena, oblast a podmínky využití, přepravovaný materiál nebo období, po které může být návěs během roku využíván. V této práci byly analyzovány traktorové návěsy dvounápravové.

Konstrukčním základem každého zemědělského tandemového návěsu je podvozek osazený nástavbou. Jeho základem je rám vyrobený z různých druhů profilů. Podvozek je rovněž osazen nápravami, které jsou v základních výbavách většiny výrobců fixovány jako pevné nebo náběžné řiditelné, nicméně u předních výrobců se objevují také jako nuceně řízené. Díky tomuto systému není nápravy nutno blokovat a je možno řízeně manipulovat s návěsem jak dopředu, tak dozadu. Tento způsob ovládání je v mnoha ohledech efektivnější. Nápravy bývají dále osazeny brzdami a pneumatikami. Pneumatiky bývají vybírány podle prostředí, ve kterém bude návěsem pracovat. Velkým tématem posledních let je vliv zatížení způsobeného zemědělskou technikou na utužování půdy. Reakce výrobců spočívá v možnosti využití zpravidla příplatkové výbavy v podobě systému regulace tlaku v pneumatikách, díky čemuž je možno kdykoliv změnit tlak jak při jízdě po poli, tak při jízdě po silnici. Obsluha traktoru je schopna takto činit přímo z kabiny traktoru. Díky regulaci tlaku v pneumatikách je rovněž možno snížit velikost valivého odporu při jízdě po různých površích a tím ušetřit finanční náklady. Velký vliv na komfort jízdy nebo snížení rázů má odpružení návěsů. To bývá provedeno zejména hydraulicky, ale také pneumaticky či mechanicky. Podobně odpruženo rovněž bývá i připojovací zařízení. Patrně nejoblíbenějším způsobem zakončení připojovacího zařízení se v posledních letech stal způsob společnosti Scharmüller využívající kulové hlavy K 80 a kulovéisky.

Velkou doménou v oblasti zemědělských návěsů se v posledních letech stává systém výměny nástaveb, kdy k jednomu podvozku je možno připojit vícero druhů nástaveb. Díky tomuto je možno ušetřit četné finanční náklady a to i přes fakt, že pořízení takového systému je podstatně dražší, než pořízení jednoúčelového návěsu. Podmínkou je však dostatečné využití a vytížení stroje během sezóny. Způsobů výměny nástaveb je několik. Nejčastějším způsobem je zajištění nástavby podpěrnými nohama a snížení podvozku pomocí hydraulického nebo pneumatického odpružení. Rovněž existuje způsob využití zvedacích zařízení umístěných na podvozku.

V legislativní oblasti zabývající se zemědělskými návěsy v posledních letech dochází ke změnám. Velký důraz je kladen hlavně na brzdové zařízení a s ním spojený brzdový účinek. Postupně dochází k omezování jednohadicových systémů, které jsou výrobci nahrazovány systémy vícehadicovými. Mezi přední tuzemské výrobce patří zejména společnosti ZDT Nové Veselí, ROmiLL nebo WTC Písečná. Ke světové špičce a průkopníkům v mnoha oblastech technologie spojené se zemědělskými návěsy patří německé společnosti Annaburger, Krampe nebo Fliegl. Dále v této oblasti figurují rovněž společnosti jako polský Wielton nebo německý Bergmann.

## POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] SYROVÝ, Otakar. *Doprava v zemědělství*. 1. Praha: Profi Press, 2008. ISBN 978-80-86726-30-4.
- [2] Vyhláška č. 341/2014 Sb.: Vyhláška o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. In.: Česká republika: Ministerstvo dopravy, 2014, ročník 2014, 341/2014. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-341/zneni-0#cast3>
- [3] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 167/2013 ze dne 5. února 2013 o schvalování zemědělských a lesnických vozidel a doзору nad trhem s těmito vozidly. In.: Brusel, 2013, ročník 2013, číslo 167
- [4] Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2015/68 ze dne 15. října 2014, kterým se doplňuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 167/2013, pokud jde o požadavky na brzdění vozidel pro účely schvalování zemědělských a lesnických vozidel. In.: Brusel: Evropská unie, 2014, ročník 2015, 2015/68. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32015R0068>
- [5] Co nového v přívěsech a strojích, Evropa?. *Mechanizace zemědělství*. 2018, (6), 42-46.
- [6] MOLVA, Martin. *Studie tridemových traktorových návěsů užívaných v zemědělství* [online]. Brno, 2013 [cit. 2019-03-17]. Dostupné z: [https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=66029](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=66029). Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.
- [7] Jednoučelové i univerzální stroje. *Zemědělec* [online]. Praha: Profi Press, 2013 [cit. 2019-03-13]. Dostupné z: <https://zemedelec.cz/jednoucelove-i-univerzalni-stroje/>
- [8] JAVOREK, Filip. Víceúčelová traktorová dopravní technika. *Mechanizace zemědělství*. 2018, (1), 36-41.
- [9] BENEŠ, Petr. Vstup na další trhy a rozšíření sortimentu. *Mechanizace zemědělství*. 2018, (6), 51.
- [10] Největší tandemový velkoobjemový vůz Annaburger HTS 22.03. CRS Marketing [online]. Čížkovice, 2018 [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://www.crs-marketing.cz/novinka/nejvetsi-tandemovy-velkoobjemovy-vuz-annaburger-hts-22.03-2016.html>
- [11] Fliegl ASW ASW-271 Tandem. *Agrozet* [online]. České Budějovice [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://www.agrozet.cz/e-shop/fliegl-asw-asw-271-tandem-d76777.html>
- [12] Zemědělské návěsy. CRS Marketing [online]. Čížkovice [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://www.crs-marketing.cz/zemedelske-navesy/>

- [13] Elektronické nucené řízení »ForCon«. *Fliegl AGRARTECHNIK* [online]. [cit. 2019-03-15]. Dostupné z: <https://www.fliegl-agrartechnik.de/elektronick-nucen-zen-forcon/150/3269/2556>
- [14] STEHNO, L. O nápravách BPW, a nejen o nich. *Mechanizace zemědělství*. 2010, č. 6, s 40-46. ISSN 0373-6776
- [15] Společnost ZDT. *ZDT Zemědělská a dopravní technika* [online]. Nové Veselí [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: <http://www.zdt.cz/cz/o-nas/o-spolecnosti-zdt>
- [16] Annaburger. *CRS Marketing* [online]. Čížkovice [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: <https://www.crs-marketing.cz/annaburger/>
- [17] Annaburger. *Annaburger - Agrotrans Otice* [online]. [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: <http://www.agrotrans-otice.cz/zemedelska-technika-annaburger.php>
- [18] Krampe. *PEKASS a.s.* [online]. [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: <https://www.pekass.eu/produkty/zemedelska-technika/krampe/>
- [19] Krampe. *CRS Marketing* [online]. Čížkovice [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: <https://www.crs-marketing.cz/krampe/>
- [20] Návěsy s rolovací podlahou Bandit. *CRS Marketing* [online]. Čížkovice [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: <https://www.crs-marketing.cz/naves-rolovaci-podlahou-krampe-bandit-za-traktor/>
- [21] Bergamnn - Ludwig Bergmann - Goldenstedt. *Bergamnn* [online]. [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: <https://www.bergmann-goldenstedt.de/cz.html>
- [22] Wielton. *Wielton* [online]. [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: <http://www.wielton-agro.cz/wielton>
- [23] TRAKTOROVÝ NÁVĚS BIG 18.14. In: *WTC Písečná* [online]. [cit. 2019-04-01]. Dostupné z: <http://www.wtc-pisecna.eu/traktorove-navesy-big-18-12>
- [24] MultiLandPlus Wechselsystem. In: *Naef Landmaschinenstation Eglisau AG* [online]. 2017 [cit. 2019-03-21]. Dostupné z: <http://www.landmaschinenstation.ch/importer/>
- [25] MultiLandPlus changeover system. In: *Annaburger* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://www.annaburger.de/en/products/changing-system/489-multilandplus-interchangeable-system>
- [26] Návštěva továrny ANNABURGER díl I. In: *DANĚL, AGRO a.s.* [online]. Týn nad Vltavou, 2014 [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <http://www.danhel.cz/fotogalerie/navsteva-tovarny-annaburger-dil-i.html>
- [27] ALL NEW RUNNING GEAR FROM BPW. In: *Global Cold Chain News* [online]. Leicester, 2014 [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://www.globalcoldchainnews.com/all-new-running-gear-from-bpw/>

- [28] SchubMax. In: *Annaburger* [online]. Annaburg [cit. 2019-03-22]. Dostupné z: <https://www.annaburger.de/en/products/transport/474-schubmax-2>
- [29] ECO Drum. In: *BPW - we think transport* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <http://www.bpw.co.za/index.php/products/commercial-vehicles/brakes/eco-drum>
- [30] VAŇATOVÁ, Petra. Návěs u nás během tří let zdomácněl. In: *Mechanizace zemědělství* [online]. 2015 [cit. 2019-03-24]. Dostupné z: <https://www.mechanizaceweb.cz/naves-u-nas-behem-tri-let-zdomacnel/>
- [31] Korba vanová. In: *ZDT Zemědělská a dopravní technika* [online]. Nové Veselí [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <http://www.zdt.cz/cz/vyroby/vymenny-system-mega-a-grand-super-a-nastavby-na-nakladni-automobily/korba-vanova>
- [32] HYDRAULISCHE HINTERACHSABSTÜTZUNG. In: *Krampe* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: [https://www.krampe.de/produkte/hydraulische-Hinterachsabstuetzung\\_64.030](https://www.krampe.de/produkte/hydraulische-Hinterachsabstuetzung_64.030)
- [33] Stroje Annaburger a Krampe na DOD v Zibohlavech. In: *CRS Marketing* [online]. 2016 [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://www.crs-marketing.cz/novinka/stroje-annaburger-a-krampe-na-dod-v-zibohlavech-1921.html>
- [34] Nucené řízení náprav. In: *DSP Engineering* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://www.dspeng.cz/produkty/elektronika-zunhammer-nucene-řízení/sta59.html>
- [35] Weniger Eigengewicht und mehr Tankvolumen beim neuen Annaburger ProfiTanker Plus HTS 24.28 Gülle-Pumptankwagen. In: *Landtechnik magazin* [online]. [cit. 2019-03-14]. Dostupné z: <https://www.landtechnikmagazin.de/Duengung-und-Pflanzenschutz-XLBild-Annaburger-ProfiTanker-Plus-HTS-24-28-Tandem-Guelle-Tankwagen-Reifendruck-Regelanlage-Zwangslenkung-28723-6002.php>
- [36] TRAKTOROVÝ NÁVĚS BIG 14.10. In: *WTC Písečná* [online]. Písečná [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <http://www.wtc-pisecna.eu/traktorove-navesy-big-14-10>
- [37] 2-AXLE TRAILER / 3-AXLE / AGRICULTURAL / TIPPING. In: *AgriExpo* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <http://www.agriexpo.online/prod/annaburger-nutzfahrzeug-gmbh/product-168403-67450.html>
- [38] Největší tandemový velkoobjemový vůz Annaburger HTS 22.03. In: *CRS Marketing* [online]. Čížkovice, 2018 [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://www.crs-marketing.cz/novinka/nejvetsi-tandemovy-velkoobjemovy-vuz-annaburger-hts-22.03-2016.html>
- [39] MultiLandPlus - chaser bin module. In: *Annaburger* [online]. Annaburg [cit. 2019-03-17]. Dostupné z: <https://www.annaburger.de/en/products/changing-system/495-multilandplus-chaser-bin-module>



- [40] DVPM Slavíkov. In: *CRS Marketing* [online]. Čížkovice [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://www.crs-marketing.cz/dvpm-slavikov-532.html>
- [41] Rozmetadlo RM. In: *ZDT Zemědělská a dopravní technika* [online]. Nové Veselí [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <http://www.zdt.cz/cz/vyrobky/vymenny-system-mega-a-grand-super-a-nastavby-na-nakladni-automobily/rozmetadlo-rm>
- [42] INTERBENNE. In: *Překládací vozy* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <http://prekladacivozy.cz/prekladaci-vozy/stroje/interbenne#podvozek>
- [43] Podvozek univerzální. In: *ZDT Zemědělská a dopravní technika* [online]. Nové Veselí [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <http://www.zdt.cz/cz/vyrobky/vymenny-system-mega-a-grand-super-a-nastavby-na-nakladni-automobily/podvozek-univerzalni>
- [44] Historie. *WTC Písečná* [online]. [cit. 2019-04-01]. Dostupné z: <http://www.wtc-pisecna.eu/historie>
- [45] Historie. *Molčík kipper* [online]. [cit. 2019-04-01]. Dostupné z: <https://www.molcik.eu/historie.html>
- [46] Historie společnosti. *Bednar FMT* [online]. [cit. 2019-04-01]. Dostupné z: <https://www.bednar-machinery.com/historie-spolecnosti/>
- [47] Firemní literatura Annaburger
- [48] Firemní literatura Krampe
- [49] Firemní literatura Scharmüller
- [50] Firemní literatura ROmiLL

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

$\varphi_1$	[-]	Součinitel vyjadřující nejvýhodnější poměr mezi hmotností prázdného návěsu a celkovou hmotností návěsu s nákladem
$\varphi_2$	[min]	Součinitel vyjadřující čas, za který je vyprázdněn objem zásobníku
$\varphi_3$	$[m^3 * s^{-1}]$	Součinitel vyjadřující závislost objemu převáženého materiálu na době vyprazdňování objemu nástavby
ABS		Anti-lock Brake System

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha 1: Návěsy s nástavbou korba

Příloha 2: Velkoobjemové senážní vozy s posuvným dnem

Příloha 3: Překládací vozy

Příloha 4: Vozy s výtlačným čelem

Příloha 5: Cisterny

Příloha 6: Rozmetadla tuhých statkových hnojiv

Příloha 7: Výměnný systém